



TUGAS AKHIR – MO.141326

RISK ASSESSMENT PIPA ONSHORE AREA GRESIK

MUHAMMAD YUSUF JAMIL

NRP. 4312100119

Dosen Pembimbing :

Prof. Ir. Daniel M Rosyid, Ph.D.

Yoyok Setyo H. S.T, M.T, Ph.D.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



RISK ASSESSMENT OF ONSHORE PIPELINE IN AREA GRESIK

MUHAMMAD YUSUF JAMIL

NRP. 4312100119

Supervisors :

Prof. Ir. Daniel M Rosyid, Ph.D.

Yoyok Setyo H. S.T, M.T, Ph.D.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016

Risk Assessment Pipa Onshore Area Gresik

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Muhammad Yusuf Jamil

NRP. 4312 100 119

Disetujui oleh:

1. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid., Ph.D. MRINA (Pembimbing 1)

2. Yoyok Setyo H. S.T., M.T., Ph.D. (Pembimbing 2)

3. Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D (Penguji 1)

4. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. (Penguji 2)

5. Wimala Lalitya Dhanistha, S.T., M.T. (Penguji 3)

SURABAYA, DECEMBER 2016

ABSTRAK

RISK ASSESSMENT PIPA ONSHORE AREA GRESIK

Nama Mahasiswa : Muhammad Yusuf Jamil
NRP : 4312100119
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D. MRINA
Yoyok Setyo H. S.T, M.T, Ph.D.

Pipeline merupakan sarana transportasi diam yang berfungsi untuk mendistribusikan fluida baik dalam bentuk liquid maupun gas. Sementara itu, resiko didefinisikan sebagai kombinasi antara kemungkinan terjadinya kegagalan (*probability of failure*) dan konsekuensi terjadinya kegagalan (*consequence of failure*). Pada penelitian ini dilakukan implementasi penilaian resiko dengan menggunakan model indeks atau scoring seperti yang dikembangkan oleh Muhlbauer. *Pipeline* yang digunakan untuk analisis adalah pipa yang berlokasi di Legundi - Cerme, Area Surabaya. Pipa tersebut memiliki ukuran diameter 12 inci yang menyalurkan fluida gas. Metode scoring didasarkan pada indeks sum yang terdiri dari indeks kerusakan akibat pihak ketiga dengan skor rata – rata 57.71, indeks korosi dengan skor rata – rata 68, indeks desain dengan skor rata – rata 75, indeks kesalahan operasi dengan skor rata – rata 90. Selanjutnya dilakukan perhitungan *leak impact factor*. *leak impact factor* yang terdiri dari *product hazard*, *leak volume*, *dispersion*, *receptors*. Hasil perkiraan skor kriteria untuk *product hazard* adalah 7, bocor atau *spill volume* adalah 0.4, *dispersion* pada skor 0.8, variasi skor reseptor bernilai antara 10.8 sampai dengan 15.9. *Relative risk score* rata – rata yang diperoleh pada perhitungan adalah 9.87, yang merupakan hasil pembagian antara *index sum* dengan *leak impact factor*.

Kata Kunci : Analisa resiko, Pipa, Nilai resiko relatif, Mitigasi

ABSTRACT

RISK ASSESSMENT OF ONSHORE PIPELINE IN AREA GRESIK

Name of Student : Muhammad Yusuf Jamil
REG : 4312100119
Department : *Department of Ocean Engineering, Marine Technology*
Faculty, ITS
Supervisors : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.
Yoyok Setyo H. S.T, M.T, Ph.D.

Pipeline is a silent means of transport that serves to distribute the fluid in the form of liquid or gas. Meanwhile, risk is defined as the combination of the likelihood of failure (probability of failure) and the consequences of failure (consequence of failure). In this research, the implementation of risk assessment using the index or scoring models such as that developed by Muhlbauer. Pipeline used for the analysis was the plumbing located in Legundi - Cerme, Area Surabaya. The pipeline has a diameter of 12 inches which distribute gas fluid. Scoring method is based on a sum index composed of indices damage caused by a third party with a mean score - average 57.71, with a mean score of corrosion index - average 68, index design with a mean score - average 75, the index operation errors with a mean score - average 90. Furthermore, leak impact factor calculation. leak impact factor consisting of product hazard, leak volume, dispersion, receptors. Estimates for product hazard criteria score is 7, leak or spill volume is 0.4, the dispersion on a 0.8 score, score receptor variation value of between 10.8 up to 15.9. Relative risk score average - average obtained in the calculation is 9.87, which is the result of dividing the sum by the leak index impact factor.

Keywords : Risk Assessment, Pipeline, Relative Risk Score, Mitigation

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya , sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Serta tidak lupa salawat serta salam penulis panajatkan kepada junjungan serta suri tauladan kita Rasulullah Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini berjudul “*RISK ASSESSMENT* PIPA ONSHORE AREA GRESIK”. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini banyak sekali kekurangannya dan masih belum sempurna dalam pembuatannya maka dari itu disini penulis berharap agar mendapatkkan saran dan kritik dari para pembaca agar tugas akhir ini dapat disempurnakan dalam penelitian selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan teknologi kelautan, serta bagi para pembacanya dan terutama bagi penulis sendiri

Surabaya, 2017

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pengerjaan Tugas Akhir hingga selesainya Tugas Akhir ini . Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu yang tak kenal lelah mendoakan dan memberikan dukungan saya. Tugas Akhir ini saya persembahkan khusus untuk kedua orang tua saya.
2. Adik – adikku yang sangat aku sayang, Bella Permatasari dan Thania Febrianti yang hampir setiap hari telah memberikan dukungan dan doa kepadaku untuk segera menyelesaikan studi ini, serta terima kasih telah menghibur disaat saya sedang depresi saat melakukan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.. selaku dosen pembimbing I saya dan Bapak Yoyok Setyo H. S.T, M.T, Ph.D.. selaku dosen pembimbing II saya dalam Tugas Akhir sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Serta menyediakan fasilitas laboratorium hidrodinamika sebagai tempat untuk pengerjaan tugas akhir ini.
4. Yoyok Setyo H. S.T, M.T, Ph.D. selaku dosen wali saya selama kuliah selama 4 tahun ini, sehingga saya dapat menjadi mahasiswa yang lebih baik.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan ITS yang telah memberikan ilmu, bantuan dan fasilitas kepada saya selama menjalani perkuliahan.
6. Seluruh Teman “Rumah Moyo” antara lain Moyo, Reza, Hap, Dipo, Anwur, Bayu, Galuh, Hafid, Kiris, Romi, Vito atas ilmu dan semangat selama pengerjaan Tugas Akhir.

Serta semua pihak yang telah membantu namun tidak bisa saya sebutkan satu-persatu. Terima kasih atas bantuan, motivasi dan doanya sehingga saya mampu maju hingga sejauh ini dan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Allah melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua. Amin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Sistem Perpipaan	9
2.2 <i>Risk Assessment</i>	10
2.2.1 <i>Pipeline Risk Assessment</i>	11
2.2.2 <i>Indexing Model</i>	14
2.2.3 <i>Index Sum</i>	15
2.2.3.1 Indeks Kegagalan Faktor Pihak ke Tiga.....	17
2.2.3.2 Faktor Korosi.....	24
2.2.3.3 Faktor Desain	28
2.2.3.4 Faktor Kesalahan Operasi	29

2.2.4 Konsekuensi Kegagalan.....	30
2.2.4.1 <i>Leak Impact Factor</i>	31
2.2.4.1.1 <i>Product Hazard</i>	31
2.2.4.1.2 <i>Leak Volume</i>	35
2.2.4.1.3 <i>Dispersion</i>	36
2.2.4.1.4 <i>Receptors</i>	37
2.2.4 Mitigasi Resiko	39
BAB III.....	41
METODE PENELITIAN	41
3.1 Skema Diagram Alir Metode Penelitian.....	41
3.2 Prosedur Penelitian.....	42
BAB IV	45
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Umum.....	45
4.2 Aturan Perancangan Saluran Pipa	45
4.3 Kelas Lokasi	45
4.4 Data Desain	46
4.5 Segmentasi.....	46
4.6 Hasil <i>Index Sum</i>	47
4.6.1 Indeks Kegagalan Faktor Pihak ke Tiga	47
4.6.2 Indeks Korosi.....	49
4.6.3 Indeks Desain.....	50
4.6.4 Indeks Kesalahan Operasional.....	51
4.7 Jumlah Indeks keseluruhan (<i>index sum</i>).....	52
4.8 <i>Leak Impact Factor</i> (Faktor Pengaruh dari kebocoran)	53
4.9 Skor Resiko Relatif (<i>Relative Risk Score</i>).....	55
4.10 Mitigasi Resiko.....	57
BAB V.....	59
KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konsumsi energi dunia berdasarkan jenis sumber energi	1
Gambar 1.2 Kebakaran <i>Oil Pipeline</i> di Kirkuk Iraq	4
Gambar 1.3 Kebakaran pada <i>pipeline</i> yang terjadi di Moskow	5
Gambar 1.4 Gambar Satelit Dari Jalur Pipa Legundi – Cerme	6
Gambar 2.1 Diagram Alir Model <i>Risk Assessment</i>	12
Gambar 2.2 Diagram Alir <i>Index Sum</i>	15
Gambar 2.3 Grafik hubungan <i>risk scores</i> dan <i>failure probability</i>	16
Gambar 2.4 Perlindungan <i>pipeline</i> terhadap fasilitas di atasnya	21
Gambar 2.5 Diagram Alir <i>Leak Impact Factor</i>	30
Gambar 4.1 <i>Index Comparison</i>	52
Gambar 4.2 Distribusi <i>Leak Impact Factor</i>	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Spesifikasi <i>Pipeline</i>	5
Tabel 2.1 Indeks Kegagalan Faktor Pihak Ke Tiga	17
Tabel 2.2 Item yang direkomendasikan untuk indeks korosi dengan poin dan bobot nilai	24
Tabel 2.3 Item yang direkomendasikan untuk indeks desain dengan poin dan bobot nilai.	28
Tabel 2.4 Item yang direkomendasikan untuk indeks kesalahan operasi	29
Tabel 2.5 Skor sifat fluida	32
Tabel 2.6 <i>Leak Volume Scores based on normalized Flow Rate Value</i>	34
Tabel 2.7 <i>Influenced area scores based on normalized area value</i>	35
Tabel 2.8 <i>Population density scoring system</i>	36
Tabel 2.9 <i>Scoring for environmental sensitivity and/ or high-value area</i>	37
Tabel 4.1 Deskripsi segmen pada jalur pipa Legundi-Cerme	46
Tabel 4.2 Rekapitulasi dari faktor pihak ke tiga dari segmen 1 sampai 7	48
Tabel 4.3 Rekapitulasi dari indeks korosi dari segmen 1 sampai 7	49
Tabel 4.4 Rekapitulasi dari indeks desain dari segmen 1 sampai 7.....	50
Tabel 4.5 Rekapitulasi dari indeks kesalahan operasi dari segmen 1 sampai 7 ..	51
Tabel 4.6 Indeks total dari segmen 1 sampai dengan 6.....	52
Tabel 4.7 Perhitungan LIF	54
Tabel 4.8 <i>Relative Risk Score</i> pada segmen 1 sampai dengan segmen 7	55
Tabel 4.9 <i>Assigning number to qualitative assessment</i>	56

DAFTAR NOTASI

t = ketebalan dinding pipa (in)

d = diameter pipa (in)

PH = *Product Hazard* (pts)

LV = *Leak/Spill Volume* (pts)

D = *Dispersion* (pts)

R = *Receptors* (pts)

q = *flow rate* (kg/s)

Y = Faktor ekspansi (biasanya berkisar antara 0.65 – 0.95)

A = area percabangan pada pipa (ft²)

C = koefisien aliran (0.9 – 1.2)

g = percepatan gravitasi (32.2 ft/sec)

ΔP = perubahan tekanan pada percabangan pipa (psi)

ρ = berat jenis fluida (lb/ft³)

r = radius dari titik kebocoran pipa (ft)

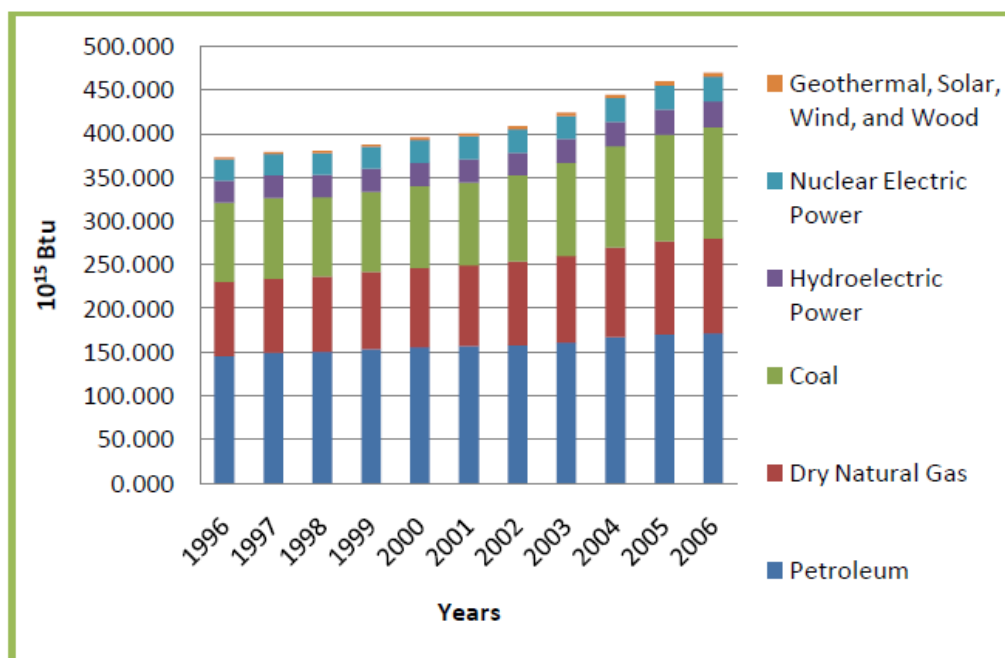
p = tekanan *pipeline* maksimum (psi)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budaya hidup manusia saat ini sangat bergantung kepada sumber energi dari alam, terutama dari minyak dan gas bumi (migas). Gambar 1.1 menunjukkan pemakaian energi di dunia secara umum berdasarkan jenis sumber energinya. Walaupun persediaan sumber energi tidak terbarukan ini semakin menipis akan tetapi upaya penggunaan akan sumber energi lain masih dianggap kurang memuaskan karena satu dan lain hal.



Gambar 1.1 Konsumsi energi dunia berdasarkan jenis sumber energi

(Sumber :<http://www.prokum.esdm.go.id> dikunjungi pada tanggal 15 Oktober 2016.)

Industri migas memiliki lokasi sumber pengambilan dan lokasi pengguna yang berbeda, bahkan terkadang jaraknya sangat jauh. Dengan begitu diperlukan sistem transmisi dan distribusi berupa sistem *pipeline* yang dinilai ekonomis.

Pipa penyalur (*pipeline*) merupakan sarana untuk mengalirkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain yang jalurnya sudah ditentukan terlebih dahulu. Dari tahun ke tahun penggunaan minyak dan gas bumi selalu meningkat (LM FEUI, 2010). Dalam industri minyak dan gas, pipa penyalur ini memegang peranan yang sangat penting karena berfungsi untuk mengalirkan fluida minyak ataupun gas yang merupakan produk utama dari industri ini. Distribusi yang dilakukan akan melewati daerah pedesaan, perkotaan, hutan, bahkan menyebrangi lautan. Dalam hal ini faktor keamanan pada saat *pipeline* beroperasi akan memegang peranan penting demi menjaga keselamatan manusia serta kelestarian lingkungan sekitarnya.

Pendistribusian dari minyak dan gas melalui *pipeline* ini sangat beragam, antara lain dari sumur menuju tempat pengolahan atau antar bangunan anjungan lepas pantai ataupun dari bangunan anjungan lepas pantai langsung ke darat . Sumber-sumber gas bumi tersebar di beberapa wilayah kepulauan di Indonesia, seperti Aceh, Kepulauan Riau, Natuna, Kalimantan Timur, Jawa, Sulawesi, dan Irian Jaya (Kurnely, 2004). Untuk menjaga distribusi minyak dan gas melalui *pipeline* ini maka diperlukan tindakan awal untuk pencegahan kegagalan dalam pengaliran atau pendistribusian dari minyak dan gas yang dibawa oleh *pipeline*. Berbagai jenis tindakan dilakukan oleh para ahli untuk mencegah dan mengatasi berbagai ancaman dan masalah yang dapat membuat sistem dari *pipeline* tersebut gagal beroperasi. Sumber kegagalan pada sistem *pipeline* juga bervariasi seperti adanya kelebihan beban pada pipa, *third party* dan korosi yang menjadi penyebab paling banyak kegagalan pipa. Kegagalan-kegagalan yang dapat terjadi pada sistem pipeline antara lain adalah tegangan akibat beban internal maupun beban eksternal yang dikenakan melebihi batas tegangan yang diijinkan, pergeseran pipa akibat ekspansi termal pada tumpuannya, kegagalan akibat *buckling*, kegagalan pipa akibat adanya beban dinamik, kegagalan pipa akibat korosi, dan lain-lain.

Kegagalan-kegagalan yang ada di sistem perpipaan tentunya tidak diinginkan oleh industri baik industri produsen maupun konsumen minyak dan gas yang menggunakan sistem *pipeline* sebagai salah satu jalur pendistribusian minyak dan gas. Kegagalan yang terjadi tidak hanya akan berakibat pada proses yang terjadi di industri konsumen, juga akan berdampak pada kerugian di pihak industri produsen minyak dan gas disamping juga berakibat pada kemungkinan terjadinya pencemaran pada lingkungan.

Oleh karena konsekuensi yang terjadi akibat kegagalan pada sistem *pipeline*, maka harus ada tindakan pencegahan dari awal untuk menghindari akibat yang lebih fatal lagi. Kegagalan tersebut dapat dihindari baik dari segi material pipa yang membentuk sistem *pipeline* tersebut maupun dari segi manajemen integritas.

Dari segi material, pipa yang digunakan haruslah handal dan mempunyai ketahanan terhadap korosi. Pada industri minyak dan gas saat ini pipa yang terbuat dari material logam adalah yang paling banyak digunakan, terutama yang terbuat dari baja. Pipa ini memiliki keuntungan dimana pipa ini tangguh dalam segi menahan beban baik dari internal maupun eksternal. Namun masalah utama yang sering dihadapi pada penggunaan pipa baja adalah rendahnya ketahanan pipa baja terhadap korosi, baik itu korosi internal maupun eksternal. Korosi internal disebabkan oleh pengaruh sifat korosif fluida yang ditransmisikan oleh pipa, sedangkan korosi eksternal terjadi karena kondisi lingkungan yang dilalui oleh perpipaan, seperti pipa yang ditanam di dalam tanah, pipa yang melewati daerah rawa-rawa dan lain-lain.

Dari segi manajemen integritas, kegagalan pada pipa dapat dihindari dengan melakukan analisis kekuatan pipa terhadap beban-beban yang terjadi pada pipa dan melakukan *Risk assessment* terhadap jalur pipa tersebut. Manajemen sistem integritas *pipeline* mengatur dan memastikan bahwa *pipeline* masih dapat beroperasi dengan aman. Manajemen integritas dari *pipeline* ini meliputi seluruh bagian dari fasilitas fisik yang dilewati oleh fluida dan juga meliputi kondisi eksternal pipa. Untuk melakukan manajemen integritas ini maka harus dilakukan *risk assessment*. *Risk assessment* (analisis risiko) adalah suatu proses pengukuran

terhadap kemungkinan suatu kegagalan dan konsekuensinya apabila kegagalan itu terjadi. *Risk* (risiko) berkaitan dengan suatu peristiwa yang belum terjadi, namun dapat diperkirakan akibat dari peristiwa tersebut dan seberapa besar peristiwa tersebut kemungkinan terjadi. Contoh peristiwa yang kemungkinan dapat terjadi pada *pipeline* dapat kita lihat pada Gambar 1.2. Gambar 1.2 menunjukkan kebakaran pada *oil pipeline* di daerah Kirkuk Iraq yang sengaja dilakukan untuk menciptakan kerusakan yang fatal pada infrastruktur (sabotase). Akibat yang ditimbulkan dari kejadian ini dari segi ekonomi dapat berakibat pada kerugian yang besar bahkan sampai kebangkrutan pada operator *pipeline* dan juga dari segi lingkungan yang mungkin juga mempengaruhi sistem pendukung kehidupan makhluk hidup yang tinggal disekitarnya. *Risk assessment* bertujuan untuk mengevaluasi risiko dari suatu *pipeline* dan untuk mengidentifikasi cara yang efektif untuk mengatasi risiko tersebut.



Gambar 1.2 Kebakaran *Oil Pipeline* di Kirkuk Iraq.

(Sumber : <http://www.migas-indonesia.com> dikunjungi pada tanggal 18 Oktober 2016)

Kegagalan suatu *pipeline* harus dihindari, Gambar 1.3 memperlihatkan sebuah peristiwa kebakaran yang terjadi pada *pipeline* di Moskow, Rusia. Ledakan yang

mencapai 200 meter dari permukaan tanah ini dapat berakibat buruk terhadap keselamatan operator *pipeline*, masyarakat setempat, serta kerugian properti di sekitarnya. Oleh karena itu menurut penelitian A. Jake Abes tindakan mitigasi perlu dilakukan untuk mengurangi resiko kegagalan terhadap *pipeline*.



Gambar 1.3 Kebakaran pada *pipeline* yang terjadi di Moskow

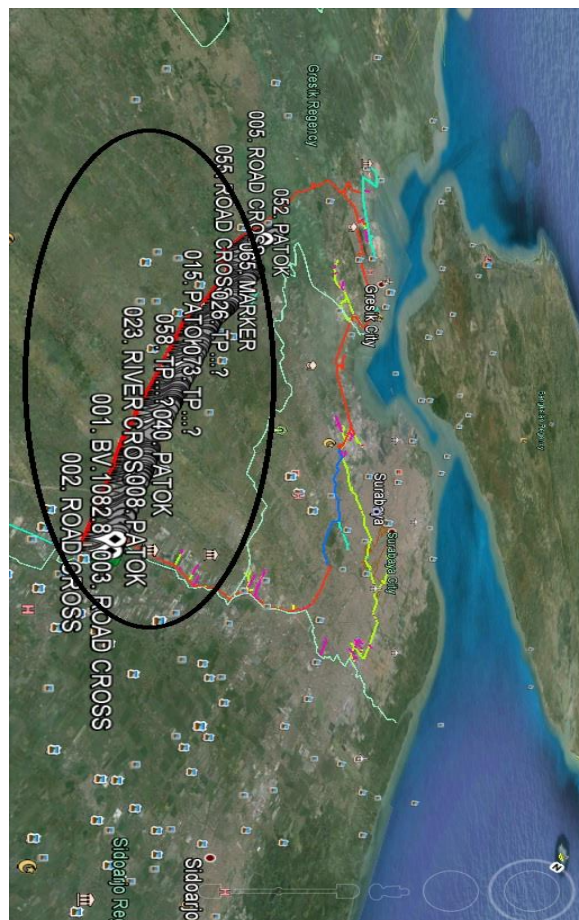
(Sumber : <http://www.migas-indonesia.com> dikunjungi pada tanggal 18 Oktober 2016)

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis *pipeline risk assessment* dengan metode *indexing model* studi kasus pada pipa gas jalur Legundi – Cerme. PT Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk disingkat PGN adalah sebuah BUMN yang bergerak di bidang transmisi dan distribusi gas bumi.. *Pipeline* menjadi sarana yang dipilih oleh perusahaan untuk mendistribusikan gas bumi ke tempat pengolahan terdekat di daerah Legundi - Cerme . Teknik *pipeline risk assessment* paling populer saat ini adalah *index model* atau teknik *scoring* yang hampir sama, dalam pendekatan ini nilai numerical (skor) diasumsikan pada kondisi dan aktifitas penting pada sistem pipeline yang berhubungan terhadap gambaran resiko.

Tabel 1.1. Spesifikasi *Pipeline*

<i>Pipeline Segmen</i>	Legundi – Cerme
<i>Pipeline Length</i>	17, 755 Km
<i>Operation Pressure</i>	22 Bar
<i>Pipeline Material</i>	API 5L X-46
<i>Pipeline OD</i>	12 in

(Sumber : PT. Perusahaan Gas Negara Tahun 2016)



Gambar 1.4 Gambar Satelit Dari Jalur- Pipa Legundi – Cerme.

(Sumber : PT. Perusahaan Gas Negara Tahun 2016)

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan *pipeline integrity*, antara lain :

1. Azhar (2007), membahas analisa resiko pada sistem perpipaan dengan *failure mode* berupa *pressure burst*. Penelitian ini menggunakan metode RBI semi-kuantitatif untuk mendapatkan tingkat resiko.
2. Nagoya (2008), membahas aplikasi mode *qualitative* dan *quantitative* mengenai taksiran resiko dan manajemen pipa bawah laut. Indeks keandalan *pipeline* didapatkan dengan menggunakan metode Bea, sementara untuk menghitung konsekuensi kegagalan didapat dengan metode *semi-quantitative* RBI.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini ada beberapa permasalahan yang akan diangkat yakni sebagai berikut :

1. Berapa *Index Sum* yang dapat menyebabkan insiden pada pendistribusian pipa gas jalur Legundi - Cerme?
2. Berapa *relative risk score* pada *pipeline* tersebut ?
3. Apa langkah – langkah mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi resiko kegagalan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah di atas, dapat diambil tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini , yaitu:

1. Mengetahui *index sum* yang dapat menyebabkan insiden pada pendistribusian pipa gas jalur Legundi – Cerme.
2. Mengetahui *relative risk score* pada *pipeline* tersebut.
3. Mengetahui langkah – langkah mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi resiko kegagalan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang faktor resiko yang berpengaruh pada tingkat resiko keselamatan pipa, tingkat resiko keselamatan pipa dan tingkat kelayakan operasi pipa.

1.5 Batasan Masalah

Agar lebih memudahkan analisis dan dapat dicapai tujuan yang diharapkan, maka perlu diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Analisis resiko yang dilakukan dengan menggunakan *Pipeline Risk Management Manual* milik Muhlbauer, W. Kent.
2. Objek yang digunakan adalah pipa penyalur gas dari Legundi – Cerme.
- 3 Tidak membahas biaya perawatan dan perbaikan pipa.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terbagi dalam lima bab yaitu dalam

Bab 1 Pendahuluan berisi latar belakang dibuatnya penelitian ini, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan hasil penelitian.

Bab 2 Tinjauan pustaka berisi tentang teori – teori yang berhubungan dan mendukung analisa permasalahan pada penelitian ini.

Bab 3 Metodologi penelitian yang berisi rancangan penelitian, prosedur pelaksanaan, dan data yang diperlukan pada penelitian ini.

Bab 4 Analisa hasil dan pembahasan bab ini berisi data – data yang diperoleh selama penelitian dan pembahasan dari data yang diperoleh sesuai dengan permasalahan yang ditetapkan pada penelitian.

Bab 5 Kesimpulan dan saran yang berisi kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan saran yang berguna bagi perusahaan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Sistem Perpipaan

Pipa didefinisikan sebagai alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dari satu atau beberapa titik yang berada pada suatu tempat ke tempat lain. Penggunaan pipa untuk mentransmisikan fluida ini sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu. Pada saat itu pipa digunakan untuk mentransmisikan air untuk kebutuhan air minum dan juga untuk kebutuhan irigasi. Seiring dengan perkembangan jaman, penggunaan pipa dan teknologi pembuatan pipa pun berkembang (YongQiang,2013).

Penggunaan pipa yang pada awalnya hanya untuk irigasi dan distribusi air minum berkembang menjadi penggunaan dalam bidang transportasi minyak dan gas. Penggunaan untuk aplikasi minyak dan gas ini dimulai pada tahun 400 SM untuk mentransmisikan gas alam di Cina (YongQiang,2013).

Pada saat itu teknologi pembuatan pipa untuk transmisi gas alam ini, materialnya pembuat pipanya adalah bambu. Begitu juga dengan teknologi pembuatan pipa khususnya dari segi material pembuat pipa, pipa yang dulunya masih terbuat dari bambu berkembang menjadi pipa yang terbuat dari kayu. Pipa yang terbuat dari kayu ini diaplikasikan di Pennsylvania pada tahun 1865 untuk transportasi minyak mentah. Material pembuat pipa kemudian berkembang lagi yang sebelumnya dari kayu berkembang menjadi besi cor dan kemudian berkembang lagi menjadi baja (Wang,2013).

Perkembangan material pipa saat ini sudah lebih berfokus pada kekuatan yang dibentuk serta kemampuan untuk tahan terhadap korosi yang menjadi salah satu kelemahan pipa baja yang banyak digunakan untuk industri proses saat ini. Penggunaan pipa saat ini sudah banyak sekali baik untuk industri proses maupun industri minyak dan gas (Wang,2013).

Dalam perkembangannya banyak istilah-istilah yang terdapat dalam dunia sistem perpipaan yang belum diterjemahkan kedalam bahasa Indonesia yang baku. Istilah-istilah penting tersebut adalah :

1. *Pipeline*, didefinisikan sebagai pipa yang berada pada kawasan publik baik darat maupun laut yang biasanya digunakan untuk transportasi fluida dari satu atau berbagai titik yang berada pada suatu tempat ke tempat lain yang jalurnya sudah ditentukan terlebih dahulu. Definisi dari *pipeline* ini meliputi semua bagian yang dilalui fluida; pipa, katup, fitting, flanges (meliputi sekat dan baut), belokan, percabangan, dan perlengkapan-perengkapan lain yang terhubung dengan pipa. Jalur dari *pipeline* juga meliputi kawasan yang merupakan akses umum (tidak terbatas) seperti lautan, gurun, perkotaan, hutan, dan lain sebagainya.
2. *Piping*, didefinisikan sebagai pipa yang berdiameter lebih kecil (<18 in) yang biasanya diinstal pada kawasan terbatas atau industri tertentu, seperti di stasiun pengumpul, platform dan lain sebagainya.
3. Pipe, juga biasa dikenal dengan linepipe didefinisikan sebagai produk yang berbentuk tabung yang siap untuk dipasarkan. Pipe merupakan sistem terkecil yang membangun *pipeline* dan piping.

2.2 Risk Assessment

Risk assessment adalah suatu proses pengukuran untuk menentukan seberapa besar risiko yang terjadi pada suatu sistem. Untuk mendapatkan kualitas dan konsep manajemen yang baik dari suatu proses maka dibutuhkan suatu ukuran atau nilai. Ukuran atau nilai yang didapatkan akan menentukan besar kecilnya risiko yang terjadi yang dapat ditimbulkan dari suatu proses, yang nantinya akan berpengaruh pada program inspeksi yang dilakukan. Dengan melakukan inspeksi seperti *corrective maintenance*, diharapkan kerusakan, kegagalan atau risiko dari *pipeline* bisa dikurangi.

Risiko dapat didefinisikan sebagai peluang atau kemungkinan terjadinya suatu kejadian atau kegagalan yang dapat menimbulkan suatu konsekuensi (negatif) berupa kerugian, kerusakan, kecelakaan, bahkan kematian bagi personil, fasilitas, dan lingkungan sekitar.

Komponen potensial kegagalan selanjutnya dibagi menjadi empat indeks (lihat Gambar 2.1).. Keempat nilai indeks kemudian dijumlahkan untuk nilai total

(disebut indeks sum) yang mewakili probabilitas kegagalan keseluruhan untuk segmen dievaluasi..Risiko dapat diukur atau ditaksir dengan menggunakan rumus yang menyatakan bahwa risiko adalah perkalian antara peluang kegagalan dengan konsekuensi kegagalan.

Definisi resiko secara matematis dapat dirumuskan pada persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$\text{Resiko} = \text{Peluang Kegagalan} \times \text{Konsekuensi Kegagalan} \quad (2.1)$$

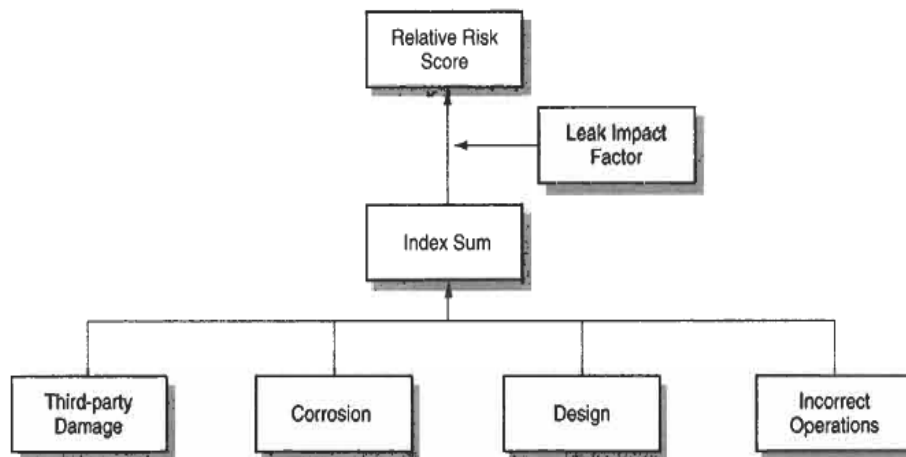
Peluang Kegagalan didefinisikan sebagai peluang atau kemungkinan terjadinya suatu kegagalan pada suatu komponen yang dinyatakan dalam periode waktu dan dihitung berdasarkan mekanisme kerusakan. Sedangkan Konsekuensi Kegagalan adalah konsekuensi atau akibat (negatif) yang dapat ditimbulkan oleh kegagalan pada suatu komponen, seperti kecelakaan atau kematian personil, kerusakan peralatan atau fasilitas (kebakaran, ledakan, kebocoran), kerugian dari sisi ekonomi, dan pencemaran lingkungan disekitarnya. Kedua faktor ini dihitung terpisah dan dikalikan untuk mendapatkan nilai dari risiko yang terjadi pada komponen. Semakin tinggi indeks skor (pembobotan), maka tingkat keamanannya juga semakin tinggi (Muhlbauer, 2004).

Relative risk score menggunakan skor atau indeks untuk menentukan tingkatan resiko. *Relative risk score* dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$\text{Relative risk score} = \text{index sum} / \text{leak impact factor} \quad (2.2)$$

2.2.1 Pipeline Risk Assessment

Pipeline risk assessment adalah ukuran untuk menentukan berapa besar risiko yang terjadi pada *pipeline*. Pada Gambar 2.1 dapat dilihat beberapa faktor yang menentukan berapa besar risiko yang terjadi pada suatu *pipeline*. Besar risiko itu dapat dilihat berdasarkan skor relatif dari suatu peralatan dengan memasukkan faktor-faktor yang ada pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alir Model *Risk Assessment* (Muhlbauer, 2004)

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa risk assessment dipengaruhi oleh dua buah faktor yaitu *CoF* dan *PoF*. Seperti yang telah diterangkan diatas, besar kecilnya suatu risiko yang terjadi ditentukan oleh besar kecilnya *CoF* dan *PoF*. Baik *CoF* maupun *PoF* memiliki variabel risiko tersendiri dimana setiap variabel tersebut memiliki nilai weighting tersendiri. *Weightings* adalah besarnya point maksimum yang mungkin atau faktor penyesuaian, yang merefleksikan nilai seberapa pentingnya variabel tersebut. Dari perkalian antara dua faktor tersebut yaitu *CoF* dan *PoF* maka dihasilkan sebuah risk matriks dimana setiap range dari *CoF* dan *PoF* akan dihasilkan sebuah nilai. Risk matriks merupakan suatu diagram yang menunjukkan daerah dimana level risiko dari suatu peralatan masih dapat diterima atau harus melakukan *corrective maintenace* berdasarkan kategori Peluang kegagalan dan Konsekuensi Kegagalan.

Pada proses analisa sebuah *pipeline*, perlu sekali untuk membagi *pipeline* tersebut menjadi beberapa bagian berdasarkan kondisi dalam *pipeline* tersebut dan kondisi lingkungannya. Sebagai contoh untuk kondisi dalam *pipeline*, *pipeline* dapat dibedakan menjadi mayor dan minor berdasarkan ukuran diameter dari *pipeline* tersebut. Sementara untuk kondisi lingkungan *pipeline* dapat dibedakan berdasarkan dimana *pipeline* ditempatkan. Misalkan untuk bagian *pipeline* yang terletak terkubur dalam tanah akan berbeda dengan *pipeline* yang menyeberangi sungai. Misalkan juga untuk *pipeline* yang berada pada kawasan hutan akan berbeda dengan *pipeline* yang berada pada kawasan yang berpenduduk. Proses

pembagian atau segmentasi dari *pipeline* ini akan berbeda-beda disetiap kondisi lingkungan yang berbeda. Ada beberapa faktor yang dapat dijadikan acuan dalam pembagian zona dari *pipeline* yaitu, panjang tertentu dari *pipeline*, jumlah penduduk, aktivitas penduduk dan daerah yang dilalui (perkotaan, persawahan, kebun, hutan, sungai, dll). Untuk setiap bagian tersebut harus dianalisa berdasarkan karakteristik dan kondisi lingkungannya masing-masing.

Ada beberapa pendekatan yang dapat digunakan untuk memperhitungkan risk *pipeline*. Secara umum terdapat tiga pendekatan yang banyak digunakan untuk memperhitungkan *pipeline* risk assessment dari yang paling sederhana sampai yang paling kompleks, yaitu :

1. *Risk Matrix*, Pengambilan keputusan dengan *matrix rank pipeline* berdasarkan pada kemungkinan dan konsekuensi dari kejadian potensial sebuah kejadian dengan skala yang sederhana, seperti tinggi, medium, rendah, atau skala numerical dari satu sampai lima sebagai contoh. Masing – masing ancaman ditempatkan pada *cell* dari *matrix* berdasarkan pada kemungkinan dan konsekuensinya. Kejadian dengan kemungkinan dan konsekuensi yang tinggi muncul pada daftar hasil dengan prioritas lebih tinggi.
2. *Indexing Model* , Teknik *pipeline risk assessment* paling populer saat ini adalah *index model* atau teknik *scoring* yang hampir sama, dalam pendekatan ini nilai numerical (skor) diasumsikan pada kondisi dan aktifitas penting pada sistem *pipeline* yang berhubungan terhadap gambaran resiko.
3. *Probabilistic Risk Assessment* (PRA), Model *assessment* paling teliti dan kompleks adalah permodelan dengan pendekatan umum *probability risk assessment* (PRA). Teknik ini umumnya digunakan pada industri nuklir, kimia dan penerbangan, pada industri petrokimia, dll. PRA adalah teknik matematis statistik yang teliti dan sangat bergantung pada historis data kegagalan dan *event tree* atau *fault tree* .

2.2.2 Indexing Model

Indexing model saat ini mungkin adalah teknik risk assessment yang paling populer. Dalam pendekatan ini, *numerical value* (skor) digunakan untuk kondisi dan aktivitas yang penting dalam sistem perpipaan yang berperan dalam

gambaran resiko. Bobot relatif menunjukkan pentingnya item dalam *risk assessment* dan berdasarkan data statistik yang tersedia dan pada penilaian engineering dimana data tidak tersedia. Masing-masing bagian perpipaan dinilai berdasarkan pada semua atributnya. Berbagai macam bagian pipa selanjutnya di ranking memprioritaskan perbaikan, pemeriksaan, dan tujuan pengurangan resiko lainnya.

Meskipun masing-masing metode risk assessment yang dibicarakan memiliki kekuatan dan kelemahan masing-masing, pendekatan index model terutama digunakan berdasarkan alasan sebagai berikut :

1. Menyediakan jawaban segera.
2. Analisa dengan biaya yang rendah (pendekatan intuitif menggunakan informasi yang tersedia).
3. Komprehensif (mengijinkan untuk pengetahuan yang tidak lengkap dan mudah untuk dimodifikasi sebagai informasi baru yang tersedia).
4. Berperan sebagai alat pendukung keputusan untuk memodelkan alokasi sumber daya.
5. Mengidentifikasi dan meletakkan nilai pada keuntungan pengurangan resiko.

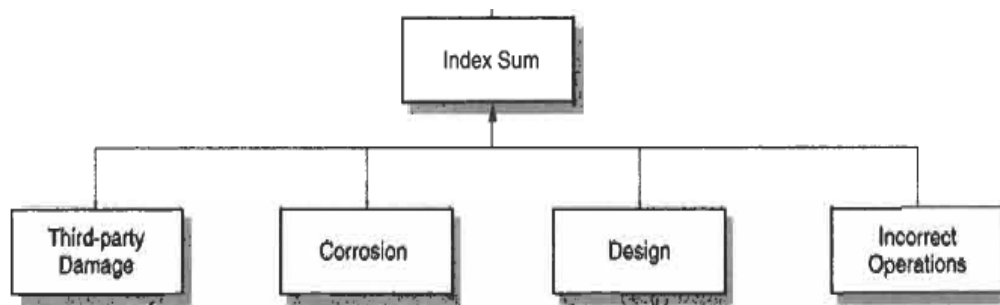
Hal ini kadang – kadang sulit untuk menentukan pilihan antara analisa kualitatif dan kuantitatif. Sebagian besar teknik pengerjaannya menggunakan angka, yang berarti analisis kuantitatif, tapi kadang-kadang angka tersebut hanya representasi dari keyakinan kualitatif. Misalnya, analisis kualitatif mungkin menggunakan sejumlah satu, dua, dan tiga untuk menggantikan label "rendah," "menengah," dan "tinggi." Untuk beberapa, ini adalah alasan cukup untuk sekarang memanggil kuantitatif analisis.

Istilah kuantitatif dan kualitatif sering digunakan untuk membedakan jumlah riwayat kegagalan data yang terkait dianalisis dalam model dan jumlah perhitungan matematis yang digunakan dalam jawaban risiko. Sebuah model yang khusus menggunakan riwayat data frekuensi kadang-kadang disebut sebagai

kuantitatif sedangkan model ini yang menggunakan skala keseluruhan, bahkan menggunakan angka, disebut sebagai kualitatif .

2.2.3 Index Sum

Index sum menyatakan besarnya kemungkinan suatu peralatan atau sistem mengalami kegagalan. Komponen potensial kegagalan dibagi menjadi empat indeks (lihat Gambar 2.2). Keempat nilai indeks kemudian dijumlahkan untuk nilai total (disebut indeks sum) yang mewakili probabilitas kegagalan keseluruhan untuk segmen dievaluasi. Besarnya kemungkinan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dalam *pipeline risk assessment* tersebut ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu faktor pihak ke tiga, faktor korosi, faktor desain, faktor kesalahan operasi.



Gambar 2.2 Diagram Alir *Index Sum* (Muhlbauer, 2004)

Setiap faktor tersebut memiliki bobot tersendiri yang nantinya akan menentukan seberapa besar kemungkinan terjadinya kegagalan yang terjadi pada *pipeline*. Misalnya untuk faktor korosi, maka peralatan yang berada pada daerah yang korosivitasnya tinggi akan mengakibatkan peralatan itu mudah terkorosi yang nantinya akan mengakibatkan peralatan tersebut gagal akibat korosi semakin besar potensinya.

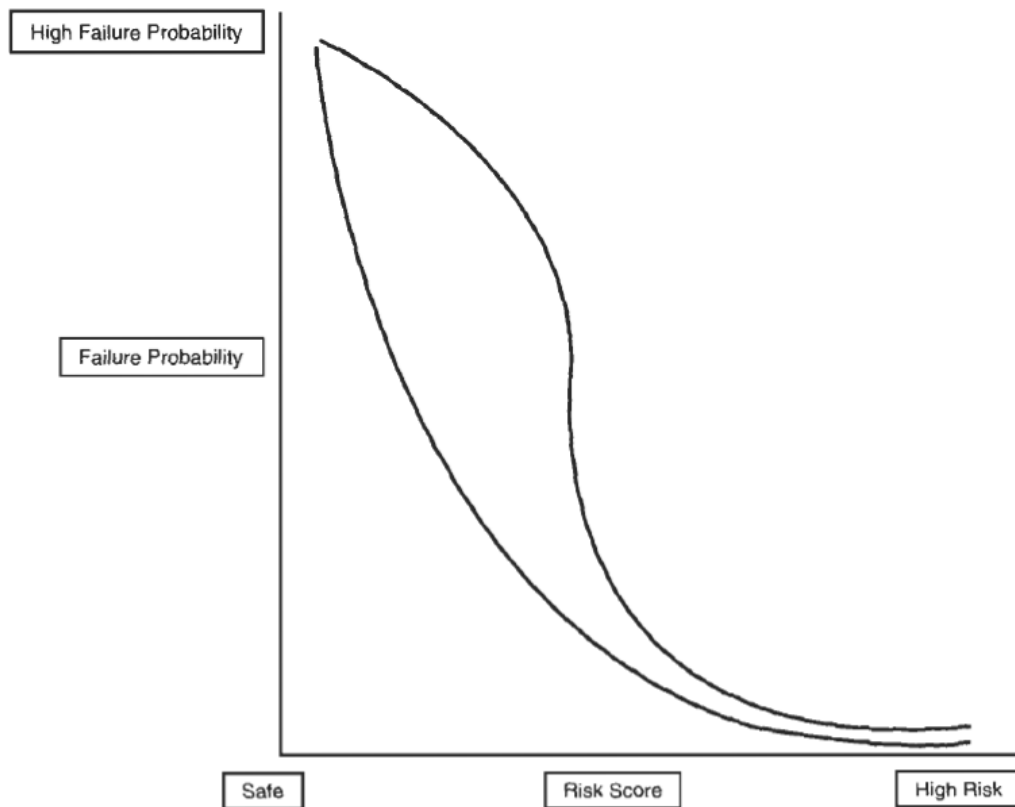
Index Sum merupakan penjumlahan dari faktor pihak ke tiga, faktor korosi, faktor desain, faktor kesalahan operasi. Masing-masing faktor mempunyai sub-sub faktor dan jumlah keseluruhan dari setiap faktor adalah 100, jadi jumlah maksimum skor index sum adalah 400. Semakin kecil skor yang didapat dari proses *assessment* maka semakin besar risiko yang dihadapi. Risiko tertinggi dari

suatu *pipeline* berdasar Peluang kegagalan dinyatakan dengan skor 0 sedang risiko terendah dinyatakan dengan skor 400.

Index Sum dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$\text{Index Sum} = [(\text{Pihak ketiga}) + (\text{Korosi}) + (\text{Desain}) + (\text{Kesalahan Operasi})]$$

(2.3)



Gambar 2.3 Grafik hubungan *risk scores* dan *failure probability*
(Muhlbauer, 2004)

2.2.3.1 Indeks Kegagalan Faktor Pihak ke Tiga

Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi Peluang kegagalan. Faktor ini memperhitungkan kemungkinan terjadinya kegagalan akibat adanya pengaruh aktivitas disekitar jalur *pipeline*.

Defenisi dari Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga adalah kerusakan pada *pipeline* akibat aktivitas dari masyarakat yang berada di sekitar *pipeline*. Salah satu contoh dari Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga adalah aktivitas penggalian lahan yang berada di sekitar *pipeline* yang dapat memberikan dampak langsung pada *pipeline*. Faktor yang termasuk kedalam Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga .Setiap faktor tersebut mempunyai tingkat nilai yang berbeda-beda berdasarkan dengan efek yang dihasilkan. Untuk mengetahui berapa besar pengaruh Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga ini, terlebih dahulu harus dapat diperhitungkan nilai relatif dari setiap faktor yang mempengaruhinya sesuai dengan keadaan di sekitar *pipeline*. Setelah mengetahui berapa besar nilai dari setiap faktor tersebut, maka nilai-nilai tersebut dapat dijumlahkan dan kemudian hasilnya dianalisa untuk mengetahui besarnya kemungkinan terjadi kegagalan pada *pipeline* akibat Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga.

Tabel 2.1 Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga.

No	Items	Points	Percentage
A	Kedalaman urug minimum	0 – 20	20%
B	Tingkat aktivitas	0 – 20	20%
C	Fasilitas di atas permukaan tanah	0 – 10	10%
D	<i>Line Locating</i>	0 – 15	15%
E	Kondisi <i>Right of Way</i>	0 – 5	5%
F	Program Pendidikan Publik	0 – 15	15%
G	Frekuensi Patroli	0 – 15	15%
		0 - 100	100%

(Sumber : Muhlbauer,2004)

Perhitungan terhadap potensi Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga.

a. Kedalaman urug minimum (*Minimum Depth of Cover*)

Minimum depth cover adalah jumlah tanah, atau sebanding dengan lapisan yang menutup *pipeline* yang melindungi pipa dari aktivitas *third party*. Suatu perencanaan atau rumus sederhana dapat dikembangkan untuk menetapkan nilai batas berdasarkan kedalaman permukaan.

I. *Highway crossing*

1. *Amount of cover* (inches) : 3 = nilai maksimum sampai 20. Poin diukur berdasarkan pada lokasi paling dangkal sampai bagian yang dievaluasi. Berdasarkan pengalaman dan indikasi yang logis, jika pelindung kurang dari 1 kaki sebenarnya berbahaya.
2. Pelindungan pipa dari gangguan mekanik :
 - Beton pelapis dengan tebal 2 inch.
 - Beton pelapis dengan tebal 4 inch.
 - Selubung pipa (*pipe casing*).
 - Batangan beton yang diperkuat (*concrete slab/reinforced slab*).
 - Pita peringatan (*Warning Tape*).
 - Lubang peringatan (*Warning Mesh*).

Niali maksimum untuk item ini adalah 20.

II. *Water crossing*

Keadaan jalur pipa dibawah permukaan air pada kondisi persilangan air.

1. Dibawah kedalaman permukaan air

0 – 5 ft	0 pts
5 ft – <i>Maximum anchor depth</i>	3 pts
> <i>Maximum anchor depth</i>	7 pts

2. Di bawah dasar saluran air

0 – 2 ft	0 pts
2 – 3 ft	3 pts
3 – 5 ft	5 pts

5 ft – <i>Maximum dredge depth</i>	7 pts
> <i>Maximum dredge depth</i>	10 pts
3. Lapisan beton (<i>Concrete Coating</i>)	
Tidak ada sama sekali	0 pts
Minimum 1 in.	5 pts

Nilai maksimum untuk item ini adalah 20.

b. Tingkat aktivitas (*Activity Level*)

Dasar *risk assessment* adalah *the area of opportunity*. Untuk analisa yang berpotensi terhadap Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga, *the area of opportunity* mempunyai pengaruh yang kuat terhadap aktivitas disekitar *pipeline*.

1. High activity level. (0 pts).

Kriteria :

- Kepadatan penduduk kelas 3 (as defined by DOT CFR49 Part 192).
- Kepadatan penduduk yang tinggi.
- Seringnya dilakukan aktivitas pembangunan.
- Volume yang tinggi dari satu panggilan atau laporan peninjauan.
- Lalu lintas rel dan jalan yang dapat mengancam.
- Banyak pendaman lainnya di dekat jalur pipa.
- Kerusakan yang sering terjadi karena gangguan binatang liar.
- Area berlabuh di daerah *offshore*.
- Seringnya dilakukan pengerukan di dekat jalur *offshore*.

2. Medium activity level. (8 pts).

Kriteria :

- Kepadatan penduduk kelas 2 (as defined by DOT).
- Kepadatan penduduk sedang.
- Aktivitas pembangunan yang tidak rutin bisa menjadi suatu ancaman.

- Volume yang rendah dari satu panggilan atau laporan peninjauan (<5 per bulan).
- Terdapat beberapa pendaman disekitarnya.
- Sese kali terjadinya gangguan binatang.

3. *Low activity level*. (15 pts).

Kriteria :

- Kepadatan penduduk kelas 1 (as defined by DOT).
- Kepadatan penduduk rendah.
- Tidak terdapat laporan kegiatan (<10 pertahun).
- Secara rutin tidak terdapat aktivitas yang membahayakan (aktivitas pertanian dimana peralatan tidak merembes sampai 1 ft pada kedalaman *pipeline*).

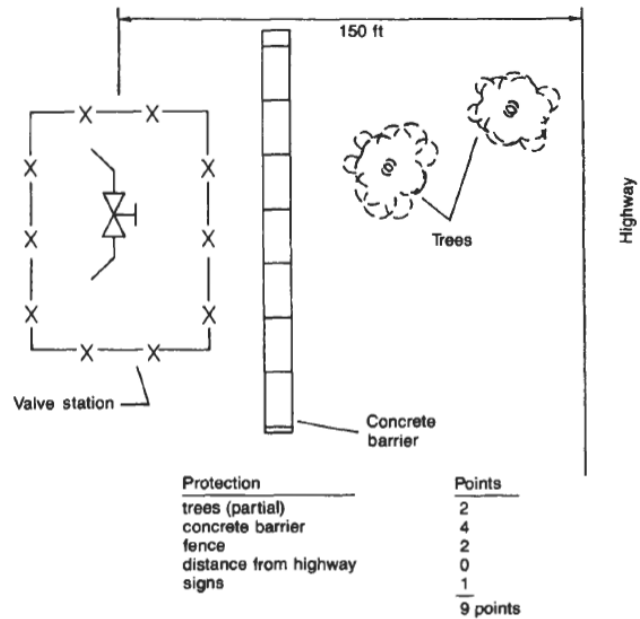
4. *None* (20 pts)

Nilai maksimum untuk item ini adalah 20.

c. Fasilitas di atas permukaan tanah (*Aboveground Facilities*)

- | | |
|---|--------|
| 1. Tidak terdapat fasilitas diatas tanah . | 10 pts |
| 2. Terdapat fasilitas diatas tanah. | |
| ○ Fasilitas berada pada jarak lebih dari 200 ft dari jalur pipa. | 5 pts |
| ○ Jalur pipa dibatasi oleh pagar setinggi minimal 6 ft . | 2 pts |
| ○ Jalur pipa dilindungi oleh rel pelindung (pipa baja 4 inch atau yang lebih baik). | 3 pts |
| ○ Terdapat pohon (diameter 12 inch), tembok atau struktur lain di antara jalur kendaraan dengan jalur pipa. | 4 pts |
| ○ Terdapat parit (minimal sedalam dan selebar 4 ft) di antara jalur kendaraan,jalur pipa dan fasilitas pipa. | 3 pts |
| ○ Papan petunjuk (tanda – tanda peringatan mengenai keberadaan fasilitas pipa di sekitar jalur pipa, tidak boleh melintas, bahaya dll). | 1 pts |

Nilai maksimum untuk item ini adalah 10 .



Gambar 2.4 Perlindungan *pipeline* terhadap fasilitas di atasnya
(Muhlbauer,2004)

d. *Line Locating*

Line locating program adalah proses untuk mengidentifikasi lokasi yang tepat untuk memendam *pipeline* dari ancaman kerusakan dari pihak ketiga.

Keefektifan one call sistem tergantung beberapa faktor :

1. Keefektifan. 6 pts
2. Bukti catatan efisiensi dan keandalan. 2 pts
3. Pengiklanan media massa dan dikenal baik oleh masyarakat umum. 2 pts
4. Memenuhi standar ULCCA. 2 pts
5. Tanggapan yang tepat untuk panggilan. 5 pts
6. Peta dan catatan. 4 pts

Nilai maksimum untuk item ini adalah 15.

e. Program pendidikan Publik

Beberapa karakteristik dan seberapa efektif program pendidikan umum ditunjukkan pada list dibawah ini :

1. Penyebaran informasi melalui pos mengenai lokasi jalur dan fasilitas pipa kepada penduduk sekitar. 2 pts
2. Pertemuan tahunan antara perusahaan dengan kontraktor dan ekskavator local menyangkut lokasi jalur dan fasilitas jalur pipa. . 2 pts
3. Pertemuan tahunan antara perusahaan dengan petugas publik (kantor pemerintah setempat) menyangkut lokasi jalur dan fasilitas jalur pipa 2 pts
4. Program penerangan regular kepada penduduk setempat menyangkut lokasi jalur dan fasilitas jalur pipa. 2 pts
5. Hubungan dari pintu ke pintu dengan penduduk yang berdekatan. 4 pts
6. Informasi mengenai lokasi jalur dan fasilitas pipa dikirim melalui pos kepada kontraktor atau ekskavator local. 2 pts
7. Publikasi minimal 1 tahun sekali di media local menyangkut lokasi jalur dan fasilitas pipa. 1 pts

Nilai maksimum untuk item ini adalah 15.

f. Kondisi *Right of Way* (ROW)

Berikut ini penilaian kepada ROW :

1. Sangat baik (5 pts).

ROW bersih dan bebas dari rintangan sehingga tanda jalur dapat dilihat dengan jelas dari titik mana saja pada ROW atau dari udara, tanda – tanda dan peringatan – peringatan dipasang di jalan raya, jalur rel kereta api, penyebrangan air atau sungai, dan parit pembatas.

2. Baik (3 pts).

ROW bersih dari rintangan yang menghalangi pandangan dari titik mana saja dalam ROW maupun dari udara, tanda-tanda dan peringatan – peringatan dipasang di jalan raya, jalur rel kereta api, penyeberangan air sungai, dan parit pembatas.

3. Rata – rata (2 pts).

Terdapat rintangan yang menghalangi pandangan dari beberapa titik dalam ROW atau dari udara, perlu dipasang lebih banyak tanda dan peringatan dipasang di jalan raya, jalur rel kereta api, penyeberangan air sungai, dan parit pembatas.

4. Di bawah rata – rata (1 pts).

ROW dirintangi oleh tumbuhan, sehingga pada beberapa tempat sulit dikenali sebagai ROW, sangat kurang adanya tanda – tanda dan peringatan – peringatan.

5. Buruk (0 pt).

Tidak bisa dikenali sebagai ROW, jalur tertutup tumbuhan, tidak terdapat tanda – tanda atau peringatan – peringatan.

Nilai maksimum untuk item ini adalah 5.

g. Frekuensi pemeriksaan

Pembobotan tergantung kepada frekuensi pemeriksaan, yaitu :

- | | |
|--|--------|
| 1. Setiap hari . | 15 pts |
| 2. Empat kali seminggu. | 12 pts |
| 3. Tiga kali seminggu. | 10 pts |
| 4. Dua kali seminggu. | 8 pts |
| 5. Seminggu sekali. | 6 pts |
| 6. Kurang dari empat kali perbulan, lebih dari satu kali perbulan. | 4 pts |
| 7. Kurang dari sekali perbulan. | 2 pts |
| 8. Tidak pernah. | 0 pt |

2.2.3.2 Faktor Korosi

Faktor ini bertujuan untuk memperhitungkan terjadinya korosi yang diakibatkan oleh lingkungan maupun produk yang dialirkan oleh *pipeline*.

Tabel 2.2 Item yang direkomendasikan untuk indeks korosi dengan poin dan bobot nilai

No	Items	Points Sub Total	Percentage
A	Korosi Atmosfer	0-10	10%
	A1. Paparan Atmosfer	0-5	
	A2. Tipe Atmosfer	0-2	
	A3. Pelapisan Atmosfer	0-3	
B	Korosi Internal	0-20	20%
	B1. <i>Product Corrosivity</i>	0-10	
	B2.Pencegahan	0-10	
C	<i>Subsurface Corrosion</i>	0-70	70%
	<i>C1.Subsurface Environment</i>		
	<i>Soil Corrosivity</i>	0-15	
	<i>Mechanical Corrosion</i>	0-5	
	<i>C2.Cathodic Protection</i>		
	<i>Effectiveness</i>	0-15	
	<i>Interference Potential</i>	0-10	
	<i>C3.Coating</i>		
	<i>Fitness</i>	0-10	
	<i>Condition</i>	0-15	
		<i>Overall Threat of Corrosion</i>	100%

(Sumber : Muhlbauer,2004)

A. Korosi Atmosfer

Skema evaluasi yang mungkin pada korosi atmosferik diuraikan dan dijelaskan di bawah ini :

<i>Exposure.</i>	(50% atmosferik = 5 pts)
Lingkungan.	(25% atmosferik = 2 pts)
<i>Coating.</i>	(30% atmosferik = 3 pts)
Kondisi.	(50% coating = 1.5 pts)
Kekuatan (<i>Fitness</i>).	(50% coating = 1.5 pts)
Visual inspeksi.	(50% kondisi)
<i>Non destructive testing</i> (NDT).	(30% kondisi)
<i>Destructive testing</i> (DT).	(20% kondisi)

A1. Paparan Atmosfer

Evaluators harus menentukan resiko terbesar terhadap korosi atmosferik menurut letak *pipeline*.

Daftar semua atmosferik :

a. Udara/air	0 pts
b. <i>Casing</i>	1 pts
c. Insulasi	2 pts
d. <i>Support dan hanger</i>	2 pts
e. <i>Ground/air interface</i>	3 pts
f. <i>Exposure</i> yang lainnya	4 pts
g. <i>None</i>	5 pts
h. <i>Multiple occurrences detractor</i>	-1 pt

Nilai maksimum untuk item ini adalah 5.

A2. Tipe Atmosfer

Berikut ini adalah contoh daftar dengan beberapa kategori atmosfer yang berbeda, dirangking dari yang paling berbahaya sampai yang paling aman.

a. Kimia dan marine	0 pts
b. Kimia dan kelembaban yang tinggi	0.5 pts
c. Marine, rawa, pantai	0.8 pts
d. Kelembaban dan temperature tinggi	1.2 pts
e. Kimia dan kelembaban yang rendah	1.6 pts

- f. Kelembaban dan temperature rendah 2 pts
- g. Tidak ada pencahayaan 2 pts

Nilai maksimum untuk item ini adalah 2.

A3. Pelapisan Atmosfer

Keefektifan *coating* tergantung pada :

1. Kualitas *coating*.
2. Kualitas aplikasi *coating*.
3. Kualitas program inspeksi.
4. Kualitas program pengumpulan kerusakan.

Secara umum evaluasi kualitatif, setiap komponen dapat dinilai pada 4 skala poin :

Baik	3 pts
Cukup	2 pts
Buruk	1 pts
Absen	0 pts

a. Coating Fitness (50% evaluasi coating)

Baik.

Cukup.

Kurang baik.

Absen.

b. Coating Condition (50% evaluasi coating)

Baik.

Cukup.

Kurang baik.

Absen.

B. Korosi Internal

Internal corrosion (20%, 20 pts)

- *Product corrosivity* (50% dari korosi internal = 10 pts)
- Dari potensi gangguan (70% dari *product corrosivity* = 7 pts)
 - Peralatan (30% dari 7 pts = 2 pts)
 - O&M (30% dari 7 pts = 2 pts)
 - Kecepatan aliran (40% dari 7 pts = 3 pts)
- Karakteristik aliran (30% dari *product corrosivity* = 3 pts)
 - Solids related* (40% dari 3 pts = 1 pts)
 - Water related* (60% dari 3 pts = 2 pts)
 - Prevention* (50% dari korosi internal = 10 pts)

B1. Product Corrossivity (50% dari potensi korosi internal)

- Korosif kuat (sangat korosif). 0 pts
- Korosif sedang (tidak terlalu korosif). 3 pts
- Korosif hanya pada kondisi tertentu. 7 pts
- Tidak pernah terjadi korosi (tidak korosif). 10 pts

Nilai maksimum untuk item ini adalah 10.

B2. Tindakan pencegahan (*Prevention*)

Berikut ini contoh daftar poin yang dijumlah pada setiap tindakan pencegahan dan digunakan sampai maksimum poin 10.

- *None.* 0 pts
- *Internal monitoring.* 2 pts
- Injeksi Inhibitor. 4 pts
- Tidak dibutuhkan. 10 pts
- *Internal Coating.* 5 pts
- Pengukuran operasional. 3 pts
- *Pigging.* 3 pts

2.2.3.3 Faktor Desain

Design factor merupakan faktor yang memperhitungkan kekuatan desain suatu *pipeline* terhadap beban yang ditanggungnya. Pada faktor ini diperiksa hubungan antara bagaimana suatu *pipeline* didesain dan keadaan operasinya *pipeline* itu sendiri dan potensi terjadinya kegagalan mekanik. Pada faktor ini diperhitungkan beberapa parameter seperti *safety factor*, kekuatan terhadap beban *fatigue*, test kekuatannya, dan lain sebagainya. Semua faktor ini lebih memperhitungkan integritas suatu *pipeline* tersebut terhadap kondisi operasi dan umur operasinya.. Faktor-faktor ini menghasilkan beberapa perhitungan poin yang akan dijumlahkan untuk mendapatkan desain faktor kategori tinggi, medium atau rendah. Jumlah masing-masing dari seluruh faktor tersebut adalah 100.

Tabel 2.3 Item yang direkomendasikan untuk indeks desain dengan poin dan bobot nilai.

No	Items	Points	Percentage
A	<i>Safety Factor</i>	0-35	35%
B	<i>Fatigue</i>	0-15	15%
C	<i>Surge Potential</i>	0-10	10%
D	<i>Integrity Verifications</i>	0-25	25%
E	<i>Land Movement</i>	0-15	15%
		0-100	100%

(Sumber : Muhlbauer,2004)

2.2.3.4 Faktor Kesalahan Operasi

Faktor Kesalahan operasi adalah faktor dari Peluang kegagalan yang lebih memperhitungkan kepada kehandalan dari proses perancangan *pipeline* sebelum dibuat, proses pemasangan dari *pipeline* tersebut, proses operasi sehari-hari termasuk operator dan proses maintenance dari *pipeline* tersebut. Semakin ideal suatu proses tersebut terhadap suatu Standard yang baku maka kemungkinan untuk gagal akan semakin berkurang. Sedangkan jika proses tersebut jauh lebih buruk dari apa yang seharusnya maka akan semakin besar kemungkinan suatu

pipeline tersebut akan mengalami kegagalan. Misalkan ketika pemasangan atau konstruksi dari *pipeline* tersebut sembarangan tanpa suatu prosedur yang jelas maka kemungkinan gagal karena faktor ini akan semakin besar jika dibandingkan dengan pemasangan dengan prosedur yang benar.

Tabel 2.4 Item yang direkomendasikan untuk Faktor Kesalahan Operasi

No	Items	Points	Percentage
A	Desain	0-30	30%
	A1. Identifikasi Bahaya	0-4	
	A2. <i>MOP Potential</i>	0-12	
	A3. Sistem Keamanan	0-10	
	A4. Pemilihan Material	0-2	
	A5. Pengecekan	0-2	
B	Konstruksi	0-20	20%
	B1. Inspeksi	0-10	
	B2. Material	0-2	
	B3. Penyambungan	0-2	
	B4. <i>Backfill</i>	0-2	
	B5. Penanganan	0-2	
	B6. Pelapisan	0-2	
C	Operasi	0-35	35%
	C1. <i>Procedures</i>	0-7	
	C2. SCADA/Komunikasi	0-3	
	C3. Tes Narkoba	0-2	
	C4. Program Keamanan	0-2	
	C5. <i>Survey/maps/records</i>	0-5	
	C6. Pelatihan	0-10	
	C7. Pencegahan kesalahan mekanik	0-6	
D	Pemeliharaan	0-15	15%
	D1. Dokumentasi	0-2	

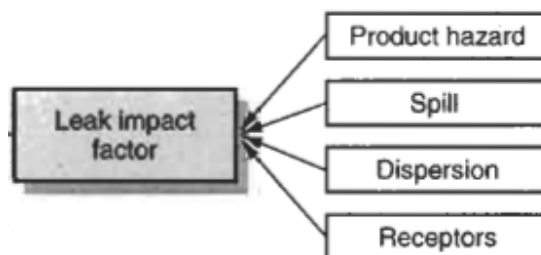
(Lanjutan) **Tabel 2.4** Item yang direkomendasikan untuk Faktor Kesalahan Operasi

No	Items	Points	Percentage
	D2.Penjadwalan	0-3	
	D3.Procedures	0-10	

(Sumber : Muhlbauer,2004)

2.2.4 Konsekuensi Kegagalan

Seperti yang telah disebutkan bahwa Konsekuensi Kegagalan (*CoF*) menyatakan besarnya konsekuensi yang dapat ditimbulkan akibat adanya kegagalan dari suatu peralatan atau sistem. Dengan mengetahui besarnya konsekuensi yang mungkin dapat ditimbulkan maka dapat ditentukan besarnya risiko yang dapat ditimbulkan. Pada *CoF* lebih ditujukan pada faktor lingkungan sekitar daripada peralatan tersebut. Pada *pipeline* risk assessment ini, *CoF* disebut sebagai Leak impact factor yang menyatakan besarnya akibat yang dapat ditimbulkan karena kegagalan atau kebocoran suatu *pipeline* tersebut.



Gambar 2.5 Diagram Alir *Leak Impact Factor* (Muhlbauer,2004)

Dari flowchart pada Gambar 2.5 dapat dilihat beberapa faktor yang mempengaruhi *CoF* tersebut. Dalam proses analisis atau pengukuran yang dilakukan *CoF* berbeda dengan *PoF*, dimana pada *PoF* diambil nilai yang

tertinggi dari semua faktor tersebut, sementara pada *CoF* setiap faktor dikalikan satu dengan yang lainnya untuk mendapatkan nilai Konsekuensi Kegagalan tersebut. Untuk lebih jelasnya, setiap faktor tersebut akan dibahas pada pembahasan selanjutnya tentang leak impact factor.

2.2.4.1 Leak Impact Factor

Seperti yang telah dijelaskan diatas, bahwa *leak impact faktor* (LIF) merupakan faktor yang memperhitungkan adanya pengaruh suatu *pipeline* terhadap lingkungan sekitarnya yang termasuk manusia. Secara matematis, LIF dapat dituliskan sebagai berikut :

$$LIF = Product\ Hazard\ (PH) \times Leak\ (L) \times Dispersion\ (D) \times receptor\ (R) \quad (2.4)$$

2.2.4.1.1 Product hazard

Salah satu faktor utama dalam menentukan sifat *hazard* adalah karakteristik dari produk yang disalurkan dengan menggunakan pipa. untuk mempelajari dampak dari kebocoran produk pipa, akan lebih mudah untuk membedakan karakteristik fluida dengan istilah *acute hazard* dan *chronic hazard*. *Acute* didefinisikan sebagai serangan mendadak atau durasi pendek. *Hazard* seperti kebakaran, ledakan atau keracunan. Sedangkan *chronic* diartikan sebagai durasi yang lama. Contoh dari *chronic hazard* adalah kontaminasi lingkungan sekitar dan efek kesehatan jangka panjang.

a. Acute Hazard

Setiap produk yang disalurkan melalui *pipeline* harus diketahui karakteristiknya mengenai sifat mudah terbakarnya (*Flammability factor*), sifat reaktif (*Reactivity factor*) dan sifat beracun (*Toxicity factor*). *Risk assessment* ini menggunakan skala yang dikeluarkan oleh NFPA (*National Fire Prevention Association*).

- N_f (*Flammability factor*)

Banyak produk *pipeline* yang mudah terbakar sehingga karakteristik ini harus diperhitungkan dalam *risk assessment*. Karakteristik ini ditentukan dari titik nyala api dan titik didihnya.

- N_r (*Reactivity factor*)

Suatu *pipeline* terkadang menyalurkan fluida yang dapat bereaksi pada kondisi tertentu.

- N_h (*Toxicity factor*)

Suatu *pipeline* terkadang menyalurkan fluida yang dapat mengganggu kesehatan. Oleh karena itu, terdapat skala untuk menentukan *Toxicity factor*.

b. *Chronic Hazard*

Bagian ini memperhitungkan *hazard* yang terjadi bila terdapat kebocoran pada *pipeline* untuk jangka waktu yang lebih lama. *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA)* mengembangkan perancangan untuk dapat menentukan nilai dari *chronic hazard*. Adanya nilai *RQ (Reportable spill Quantity)* akan digunakan untuk menentukan poin *chronic hazard*. Semakin kecil nilai *RQ*, maka menunjukkan ancaman yang paling besar.

Untuk lebih jelas tentang jenis fluida dengan pengaruh terhadap kerusakan pipa dan nilai yang diperoleh dari setiap jenis fluida dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.5 Skor sifat fluida

No	Produk	Titik didih(°F)	N_h	N_f	N_r	Poin <i>RQ</i>
1	<i>Benzene</i>	176	2	3	0	8
2	<i>1,3-butadiene</i>	24	2	4	2	10
3	<i>Butane</i>	31	1	4	0	2
4	<i>Carbon monoxide</i>	-314	2	4	0	2

(Lanjutan) **Tabel 2.5** Skor sifat fluida

<i>No</i>	Produk	Titik didih(°F)	<i>Nh</i>	<i>Nf</i>	<i>Nr</i>	Poin RQ
5	<i>Chlorine</i>		3	0	0	8
6	<i>Ethane</i>	-128	1	4	0	2
7	<i>Ethyl Alcohol</i>	173	0	3	0	4
8	<i>Ethyl Benzene</i>	277	2	3	0	4
9	<i>Ethylene</i>	-155	1	4	2	2
10	<i>Ethylene Glycol</i>	387	1	1	0	6
11	<i>Fuel oil</i>	304-574	0	2	0	6
12	<i>Gasoline</i>	100-400	1	3	0	6
13	<i>Hydrogen</i>	-422	0	4	0	0
14	<i>Hydrogen sulfide</i>	-76	3	4	0	6
15	<i>Isobutane</i>	11	1	4	0	2
16	<i>Isopentane</i>	82	1	4	0	6
17	<i>Jet fuel A & Al</i>		0	2	0	6
18	<i>Jet fuel A & Al</i>		1	3	0	6
19	<i>Kerosene</i>	304-574	0	2	0	6
20	<i>Methane</i>	-259	1	4	0	2
21	<i>Mineral Oil</i>	680	0	1	0	6
22	<i>Napthalene</i>	424	2	2	0	6
23	<i>Nitrogen</i>		0	0	0	0
24	<i>Petroleum (crude)</i>		1	3	0	6
25	<i>Propane</i>	-44	1	4	0	2
26	<i>Propylene</i>	-53	1	4	1	2
27	<i>Toluene</i>	231	2	3	0	4
28	<i>Vinyl Chloride</i>	7	2	4	1	10
29	<i>Water</i>	212	0	0	0	0

(Sumber : Muhlbauer,2004)

2.2.4.1.2 Leak/Spill volume

Leak volume (LV) atau *spill size* adalah fungsi dari *leak rate*, *reaction time*, *facility capacities*. Hal ini adalah faktor penentu utama dari kerusakan pada *receptor* dengan asumsi bahwa ukuran daerah *hazard proporsional* terhadap *spill size*. Asumsi ini adalah permodelan sementara dan tidak mencakup secara akurat untuk skenario.

LV akan dinilai berdasarkan pada *flow rate* pada produk yang mengalami kebocoran (lihat table 2.7). Untuk fluida yang kompresibel, perhitungan untuk aliran yang melalui lubang dapat digunakan untuk memperkirakan *flow rate* yang keluar dari *pipeline*.

Tabel 2.6 *Leak Volume Scores based on normalized Flow Rate Value*

No	Flow Rate (kg/s)	Scores
1	<5	0.2
2	5-20	0.4
3	20-35	0.6
4	35-50	0.8
5	>50	1

Untuk fluida yang kompresibel, perhitungan pada aliran yang melalui lubang dapat digunakan untuk memperkirakan laju aliran keluar pada *pipeline*, dengan rumusan :

$$q = YCA \sqrt{\frac{(2g)144\Delta p}{\rho}} \quad (2.5)$$

Dimana,

Y = faktor ekspansi (biasanya berkisar antara 0.65 – 0.95)

A = area percabangan pada pipa (ft²)

C = koefisien aliran (0.9 – 1.2)

g = percepatan gravitasi (32.2 ft/sec)

ΔP = perubahan tekanan pada percabangan pipa (psi)

ρ = berat jenis fluida (lb/ft³)

2.2.4.1.3 Dispersion (D)

Jika sebuah produk keluar dari *pipeline*, produk tersebut berupa gas atau liquid. Sebagai gas, produk memiliki derajat kebebasan yang lebih dan akan menyebar lebih cepat. Hal ini mungkin meningkatkan atau menurunkan *hazard*, karena produk mungkin akan melingkupi area yang lebih luas, tetapi dalam

konsentrasi yang lebih rendah. Gas yang mudah terbakar akan menjadikan oksigen sebagai pelarut, menjadi campuran yang mudah terbakar. Gas beracun mungkin dapat dengan cepat dikurangi menjadi level aman seiring dengan penurunan konsentrasi.

Daerah *hazard* ditentukan berdasarkan jarak dari titik pelepasan *pipeline* pada kerusakan signifikan yang dapat terjadi menuju *receptors*. Karena itu, daerah *hazard* seringkali sebagai fungsi dari seberapa jauh potensial *thermal* dan *overpressure effect* meluas dari titik pelepasan.

Dispersion dinilai berdasarkan pada *hazard zone area*, yang dipengaruhi oleh *gas jet fire* atau *vapor cloud* (lihat table 2.7)

Tabel 2.7 *Influenced area scores based on normalized area value*

No	Area (ft ²)	Scores
1	< 100	0.2
2	100 – 1000	0.4
3	1000 – 10000	0.6
4	10000 – 100000	0.8
5	>100000	1

Pendekatan langsung untuk mengevaluasi konsekuensi potensial dari pelepasan gas alam dapat didasarkan pada *hazard zone* yang disebabkan oleh *jet fire* dari pelepasan semacam itu.

Dimana,

$$r = 0.685\sqrt{p \times d^2} \quad (2.6)$$

Keterangan :

r = radius dari titik kebocoran pipa (ft)

p = tekanan *pipeline* maksimum (psi)

d = diameter *pipeline* (in)

Area yang dipengaruhi oleh gas jet fire mungkin dapat dilakukan pendekatan menggunakan lingkaran dengan radius R.

2.2.4.1.4 *Receptors (R)*

Dalam *risk assessment* diperlukan evaluasi dari tipe dan kuantitas dari penerima *hazard* di sekitar *pipeline*. Dalam hal ini *receptors* berkenaan dengan makhluk hidup, struktur, areal tanah dan sebagainya. Dalam *risk assessment* ini, variabel *receptors* dibedakan kepada:

a. *Population Density (Pop)*

Sebagai bagian dari *consequence analysis*, parameter yang cukup kritis adalah kedekatan manusia dengan fasilitas *pipeline*. Untuk itu diperlukan skala untuk menentukan tingkat kepadatan penduduk di sekitar *pipeline*. Penentuan tingkat kepadatan penduduk menggunakan skala dari *DOT (U.S. Department Of Transportation)*.

Tabel 2.8 *Population density scoring system*

<i>General population category</i>	Points
Komersil	10
Kepadatan tinggi	10
Daerah industri	10
Residental	10
Pedesaan	10
<i>Special population category</i>	Points
Apartemen	10
Rumah sakit	10
Rumah keluarga, taman	8
Halaman belakang rumah	9
Halaman belakang rumah (di beri pagar)	9
Jalan raya	5
Sekolah	9

(Sumber : Muhlbauer,2004)

b. Environmental Considerations (Env)

Adanya kebocoran pipa dapat menyebabkan kerusakan di lingkungan sekitarnya. Tabel 2.10 berikut ini memberikan point untuk setiap jenis lingkungan yang berada di sekitar *pipeline*.

c. High-Value Areas (HVA)

Beberapa area di sekitar *pipeline* dapat diidentifikasi sebagai area dengan nilai yang tinggi.

Tabel 2.9 *Scoring for environmental sensitivity and/ or high-value area*

<i>Environmental sensitivity descriptions</i>	<i>High-value descriptions</i>	<i>Score</i>
Sarang berada di tanah atau daerah keperawatan spesies yang terancam punah, situs penting untuk pembiakan spesies, konsentrasi tinggi individu dari spesies yang terancam punah.	Peralatan langka, sulit untuk menggantikan fasilitas, luas terkait kerusakan akan dirasakan pada hilangnya fasilitas, biaya utama gangguan bisnis diantisipasi, paling berakibat serius diantisipasi, tingkat tinggi kemarahan publik, berita nasional internasional.	0.9
Rawa air tawar dan rawa-rawa, air asin, mangrove, konsumsi air atau persediaan air bagi masyarakat (konsumsi permukaan atau air tanah), potensi kerusakan yang sangat serius.	Nilai properti yang sangat tinggi; biaya tinggi dan kemungkinan tinggi gangguan bisnis, diperlukan penutupan industri mahal, gangguan masyarakat luas diperkirakan komunitas regional yang tinggi, beberapa cakupan nasional.	0.8

(Lanjutan) **Tabel 2.9** *Scoring for environmental sensitivity and/ or high-value area*

<i>Environmental sensitivity descriptions</i>	<i>High-value descriptions</i>	<i>Score</i>
Kerusakan signifikan tambahan diduga karena sulit mengakses atau perbaikan yang luas, bahaya serius dilakukan oleh kebocoran pipa.	Gangguan bisnis menengah diantisipasi, terkenal atau situs sejarah atau arkeologi penting, tingkat kemarahan publik.	0.7
Garis pantai dengan struktur rap rip atau pantai kerikil landai sungai kerikil.	Jangka panjang (satu musim tanam atau lebih) kerusakan pertanian, biaya yang terkait lainnya; beberapa gangguan masyarakat, daerah berita.	0.6
Campuran pasir dan kerikil pantai, landai pasir dan kerikil sungai, topografi yang mempromosikan lebih luas dispersi (lereng, kondisi tanah, arus air, dll), Potensi kerusakan yang lebih serius.	<i>Low-profile</i> situs sejarah dan arkeologi; tinggi-beban daerah pembersihan karena akses, kebutuhan peralatan, atau faktor-faktor lain unik untuk daerah ini, tingkat tinggi perhatian publik lokal akan dilihatnya.	0.5
Pantai pasir kasar, sungai berpasir, lembut miring tepi sungai berpasir; taman nasional dan negara dan hutan.	Kepentingan umum yang tidak biasa di situs ini, lokasi profil tinggi seperti sebagai tempat rekreasi, beberapa gangguan industri (tanpa besar biaya), liputan berita lokal.	0.4
Pantai pasir berbutir, mengikis scarps, mengikis tepi sungai, kesulitan diharapkan perbaikan, lebih tinggi dari "normal" tumpahan dispersial.	Beberapa tingkat biaya yang terkait, lebih tinggi dari normal, diantisipasi, terbatas digunakan bangunan (gudang, fasilitas penyimpanan. kantor kecil, dll) mungkin memiliki akses terbatas.	0.3

(Lanjutan) **Tabel 2.9** *Scoring for environmental sensitivity and/ or high-value area*

<i>Environmental sensitivity descriptions</i>	<i>High-value descriptions</i>	<i>Score</i>
Wave-cut platforms di batuan dasar; tepi batuan dasar sungai, Peningkatan kecil dalam potensi kerusakan lingkungan.	Lapangan piknik, kebun, tempat-tempat umum yang sering dikunjungi, meningkatkan nilai properti.	0.2
Shoreline dengan pantai berbatu, tebing, atau tepian.	Nilai properti yang lebih tinggi dari normal.	0.1
Tidak ada kerusakan lingkungan yang luar biasa.	Potensi kerusakan yang normal untuk lokasi kelas ini, tidak ada kerusakan yang luar biasa diharapkan	0

(Sumber : Muhlbauer,2004)

2.4 Mitigasi Resiko

Mitigasi ditujukan untuk memperpanjang umur pakai pipa. Oleh karena itu, pelaksanaan mitigasi dilakukan dengan mempertimbangkan semua faktor pada suatu jaringan pipa. Beberapa tindakan mitigasi antara lain : inspeksi, modifikasi kondisi operasi, perbaikan (*repair*) serta penggantian (*repleace*). Pelaksanaan inspeksi dapat memberikan informasi mengenai kondisi jaringan pipa secara aktual. Beberapa kondisi pipa tersebut dapat berupa :

- a) Kehilangan ketebalan pipa.
- b) Kerusakan.
- c) Proteksi katodik yang sudah tidak memadai.
- d) Kehilangan perlindungan.
- e) Kehadiran pihak ketiga.

Hasil inspeksi selanjutnya dapat digunakan untuk menyusun kembali pelaksanaan inspeksi di masa yang akan datang. Beberapa metode inspeksi :

- a) Inspeksi visual.
- b) Pemeriksaan proteksi katodik.
- c) Eksternal NDT (*Non Destructive Test*), seperti *radiography*, UT (Ultrasonic Testing).

Seiring bertambahnya waktu, maka kekuatan jaringan pipa akan semakin menurun. Hal ini disebabkan antara lain karena proses korosi yang terjadi pada dinding pipa tersebut. Untuk mencegah terjadinya kegagalan pada jaringan pipa yang mengalami proses korosi, dapat dilakukan dengan cara memodifikasi kondisi operasi. Beberapa cara kondisi operasi yang dapat dimodifikasi tersebut antara lain :

- a) Penurunan tekanan operasi.
- b) Penurunan temperatur operasi
- c) Penurunan laju alir fluida, yang berarti menurunkan produktifitas

Beberapa teknik perbaikan pada pipa telah dikembangkan seiring dengan meningkatnya perhatian terhadap integritas pipa. Keefektifan, daya tahan, keamanan serta biaya menjadi beberapa pertimbangan dalam memilih teknik perbaikan yang akan diterapkan.

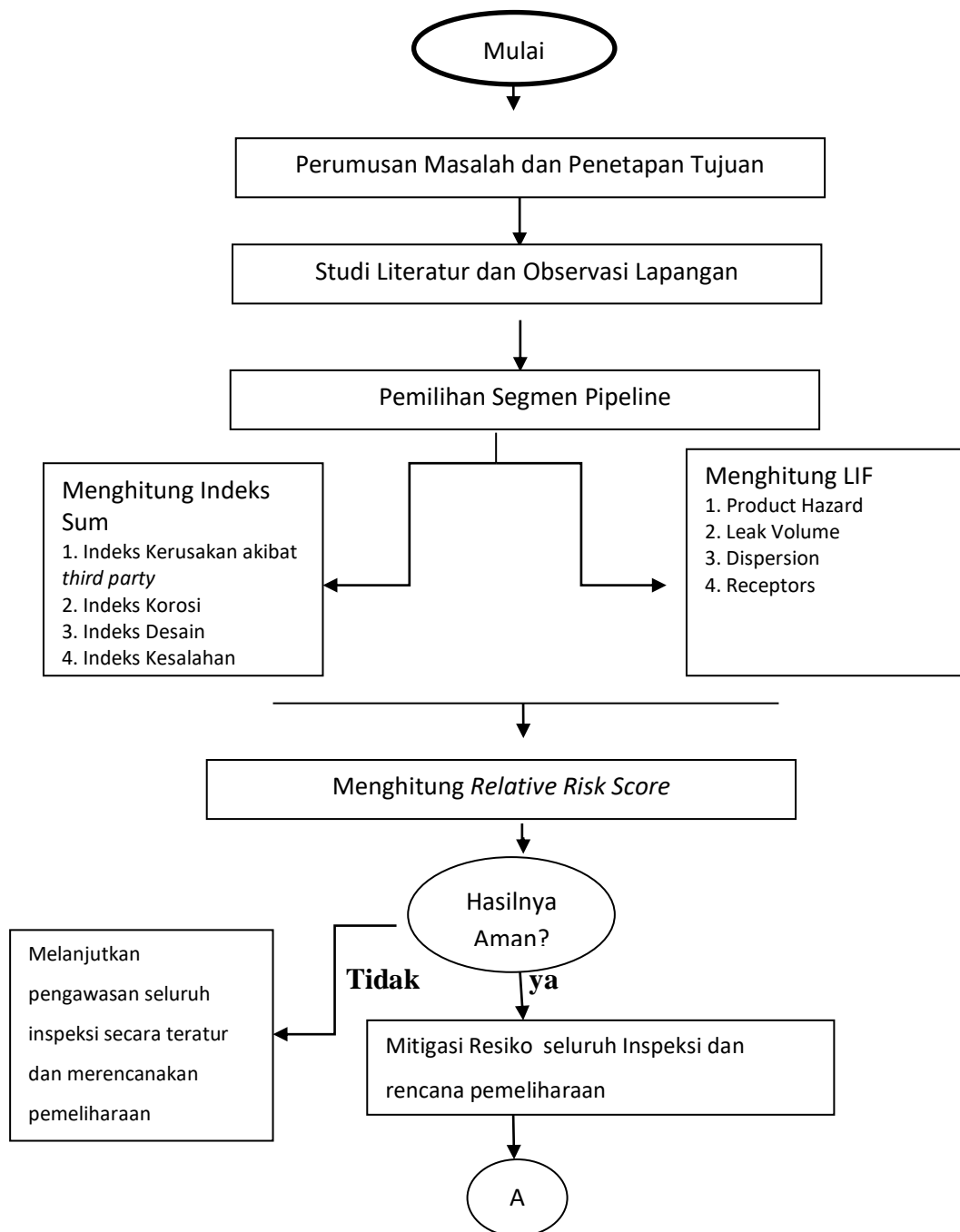
Selain perbaikan - perbaikan yang dilakukan terhadap jaringan pipa yang mengalami cacat seperti pada tabel di atas, dapat pula dilakukan perbaikan terhadap sistem proteksi korosi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengevaluasi keefektifan kinerja.

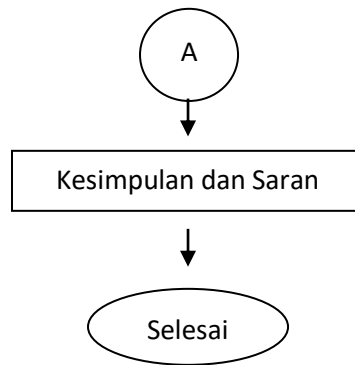
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Skema Diagram Alir Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan digambarkan dalam bentuk Flow chart pengerjaan seperti berikut :





3.2 Prosedur Penelitian

1. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan

Dalam melakukan sebuah penelitian tahap awal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang akan dibahas dalam topik tugas akhir. Identifikasi merupakan suatu pernyataan bahwa terdapat suatu permasalahan yang akan dijelaskan penyebabnya serta bagaimana langkah pengerjaannya. Dari perumusan masalah kemudian ditetapkan tujuan penelitian agar penelitian menjadi jelas dan terarah. Setelah itu dilanjutkan studi literatur dan observasi lapangan guna mencari referensi serta data penelitian terdahulu yang dapat dijadikan perbandingan untuk mengerjakan penelitian selanjutnya.

2. Studi Literatur dan Observasi Lapangan

Berguna untuk membantu melakukan penulisan tugas akhir yang memerlukan banyak literatur pendukung yang akan digunakan sebagai pengembangan wawasan dan analisa.

Adapun studi literatur yang diperlukan antara lain:

- a. Studi mengenai *Pipeline* di PGN
- b. Studi mengenai *Risk Assessment* metode *indexing model*

3. Pemilihan Segmen *Pipeline*

Pemilihan Segmen *Pipeline* berguna untuk mengerjakan tugas akhir ini ,tidak semua segmen *pipeline* digunakan , yang digunakan di KP 1 sampai KP 17 yaitu di Legundi sampai Cerme

4. Menghitung *Index Sum*

Index Sum merupakan penjumlahan dari faktor pihak ke tiga, faktor korosi, faktor desain, faktor kesalahan operasi. Masing-masing faktor mempunyai sub-sub faktor dan jumlah keseluruhan dari setiap faktor adalah 100, jadi jumlah maksimum skor index sum adalah 400. Semakin kecil skor yang didapat dari proses *assessment* maka semakin besar risiko yang dihadapi. Risiko tertinggi dari suatu *pipeline* berdasar index sum dinyatakan dengan skor 0 sedang risiko terendah dinyatakan dengan skor 400.

Dalam pemberian skor apabila ”tidak” bernilai 0 point dan apabila ”ya” point tersebut bergantung pada item yang direkomendasikan di setiap faktor yang ada di *index sum*.

5. Menghitung *Leak Impact Factor*

Leak impact factor (LIF) merupakan faktor yang memperhitungkan adanya pengaruh suatu *pipeline* terhadap lingkungan sekitarnya yang termasuk manusia. Dalam menghitung Leak Impact Factor langkah – langkahnya yaitu mengkalikan Product Hazard, Leak Volume, Dispersion, dan Receptors.

Faktor akibat kebocoran dihasilkan oleh hasil perkalian seluruh faktor area diatas. Jika salah satu factor perkiraan tersebut mempunyai skor 0,maka faktor akibat kebocoran akan menjadi 0. Hal ini cukup rasional mengingat LIF menggambarkan akibat – akibat dari kegagalan.

6. Menghitung *Relative Risk Score*

Skor resiko relatif merupakan pembagian dari jumlah indeks keseluruhan dengan faktor kebocoran. Setelah dihitung Relative risk score dapat diketahui apakah pipa tersebut masih aman beroperasi atau tidak dari melihat tabel *assigning number to qualitative assessment*.

7. Mitigasi Resiko

Setelah melakukan perhitungan dapat diketahui segmen berapa yang memiliki skor terendah, sehingga tindakan apa aja yang harus dilakukan untuk meningkatkan keamanan *pipeline* bisa diketahui juga segmen bagian pipa mana yang perlu dilakukan perbaikan

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir penelitian dibutuhkan analisa dari pengolahan data yang telah dilakukan. Dengan adanya kesimpulan dari penelitian maka dapat disusun saran-saran yang berguna sebagai peningkatan kinerja perusahaan dan sebagai referensi pada penelitian yang selanjutnya.

9. Analisis kualitatif

Analisis kualitatif merupakan tingkatan paling sederhana dan mudah perhitungannya. Data masukan yang dibutuhkan lebih banyak berupa data kualitatif, terdiri dari data daftar isian *risk assessment*. Perhitungan risiko dalam tingkatan analisis ini dilakukan mengikuti buku Muhlbauer yang berisi pertanyaan pertanyaan tentang data masukan. Setiap pertanyaan disertai beberapa kemungkinan jawaban dan bilangan harga jawaban tersebut. Perhitungan risiko terdiri dari dua bagian, yaitu penentuan kategori index sum, penentuan kategori *Leak Impact Factor*. Setiap bagian terdiri dari beberapa faktor yang diwakili bilangan harga jawaban atas pertanyaan pertanyaan. Bilangan faktor - faktor tersebut lalu dijumlahkan, hasilnya merupakan bilangan yang mewakili parameter parameter risiko, yaitu kemungkinan dan konsekuensi kegagalan.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Bab ini menguraikan langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan olah data yang telah didapat. Data yang di dapat adalah berupa gambar satelit dari jalur pipa yang dapat mendeskripsikan kondisi lingkungan di sekitar saluran pipa, jenis dan tipe pipa yang digunakan. Dari data-data tersebut selanjutnya dapat dilakukan perhitungan indeks dari kerusakan di pihak ke tiga, desain, korosi, dan kesalahan operasional.

4.2 Aturan Perancangan Saluran Pipa

Dalam melakukan perancangan ataupun pembangunan *pipeline* harus menggunakan standar khusus. Dari beberapa standar parameter yang ada, pada permasalahan ini digunakan standar *code* ASME B3.18 yaitu untuk sistem perpipaan transmisi dan distribusi gas.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis *pipeline risk assessment* dengan metode *indexing model* studi kasus pada pipa gas jalur Legundi – Cerme. Analisis resiko yang dilakukan dengan menggunakan *Pipeline Risk Management Manual* milik Muhlbauer, W. Kent

4.3 Kelas Lokasi

Kelas lokasi diperlukan untuk menentukan besarnya nilai faktor desain pada perhitungan dan analisa. Pembagian kelas lokasi berdasarkan pada ASME B3.18. Pembagian kelas lokasi bergantung pada kepadatan populasi dalam suatu area tertentu.

Untuk mendeskripsikan keadaan lokasi *pipeline* perlu diketahui kelas lokasi, sebagian besar kelas lokasi yang digunakan dalam mendeskripsikan keadaan lokasi *pipeline* dalam Tugas Akhir ini adalah kelas lokasi 4.

4.4 Data Desain

Data desain sangat penting dalam menyelesaikan tugas akhir ini, sebelum memulai pengerjaan ini harus diketahui terlebih dahulu data awal pipa tersebut agar diketahui panjang pipa, diameter pipa, produk yang dihasilkan.

Panjang *pipeline* Legundi-Cerme adalah 17,755 km dengan diameter 12 in merupakan jaringan pipa distribusi gas dengan produk yang diangkut adalah gas alam (*methane*).

4.5 Segmentasi

Segmentasi dilakukan berdasarkan data satelit yang sudah ada. Dari data tersebut selanjutnya dijelaskan gambaran kondisi dari jalur yang dilalui dan kelas lokasi pipa. Gambaran saluran pipa mengacu kepada kepadatan penduduk yang berada di area sekitar *pipeline*, keadaan tanah dan keadaan lapisan pelindung *pipeline*. Berikut ini akan di jelaskan deskripsi masing – masing segmen yaitu :

Tabel 4.1 Deskripsi segmen pada jalur pipa Legundi-Cerme

<i>Segmen</i>	<i>Route</i>	<i>Direction</i>	<i>Location</i>	<i>Description</i>
1	Perempatan Legundi	7°23'4.20"S - 112°34'34.53"E	Gresik	Road cross, River cross, dengan kelas lokasi 4
2	Jl.Karang Andong	7°21'29.13"S - 112°34'16.64"E		Road cross, Kantor balai desa ,Polsek,dengan kelas lokasi 4
3	Jl.Kedamean	7°19'29.81"S - 112°33'58.15"E		Road cross, River cross, kantor desa ,dengan kelas lokasi 4
4	Jl.Raya Putat Lor	7°15'35.03"S - 112°34'2.77"E		Kantor kepala desa, dengan kelas lokasi 4
5	Jl.Domas Raya	7°15'3.81"S - 112°34'6.18"E		Elbow, Road cross, banyak river cross, dengan kelas lokasi 4

(Lanjutan) **Tabel 4.1** Deskripsi segmen pada jalur pipa Legundi-Cerme

6	Jl.Ker Ker Geger	7°14'35.70"S - 112°33'44.77"E		Kantor desa, <i>river cross</i> , dengan kelas lokasi 4
7	Jl.Raya Cerme Kidul	7°14'11.02"S - 112°33'51.78"E		<i>Road cross</i> , Puskesmas, SD, SMP, Alfamart, <i>Rail cross</i> dengan kelas lokasi 4

Dari table di atas dapat diketahui bahwa secara garis besar saluran pipa adalah melalui *Road cross*, *river cross*, *rail cross*, melewati banyak bangunan lainnya. Dengan diketahuinya deskripsi tiap – tiap segmen akhirnya dapat diketahui juga kelas lokasi yang digunakan.

4.6 Hasil *Index sum*

Indeks merupakan parameter dari tingkat keamanan operasional *pipeline*. Parameter yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah *third-party damage*, korosi, desain, dan kesalahan operasional. Perhitungan indeks dapat dilakukan dengan menilai setiap segmen *pipeline* berdasarkan pada *Pipeline Risk Management Manual*, Muhlbauer, W. Kent. Asumsi jumlah indeks keseluruhan dibuat pada saat memperkirakan resiko-resiko pada *pipeline*, dimana perkiraan ditampilkan berdasarkan data yang sudah ada.

4.6.1 Indeks Kegagalan Faktor Pihak ke Tiga

Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga tertuju pada beberapa kegagalan yang terjadi secara kebetulan pada pipa sebagai hasil dari aktivitas-aktivitas personel yang tidak berhubungan dengan sistem *pipeline*.

Untuk menentukan besarnya indeks *third-party damage*, ada tujuh parameter yang harus dinilai yaitu kedalaman urug minimum (*minimum depth of cover*), tingkat aktivitas sepanjang *pipeline* (*activity level*), fasilitas yang terdapat diatas *pipeline* (*aboveground facilities*), kondisi ROW, *line locating*, program

pendidikan umum (*public education program*) dan frekuensi pemeriksaan (*patrol frequency*). Parameter tersebut ditampilkan dalam bentuk form atau daftar isian risk assessment yang berisikan deskripsi pada masing-masing segmen dengan pembobotan yang mengacu pada *Pipeline Risk Management*, Muhlbauer, W. Kent. Untuk perhitungan Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga pada setiap segmen, dapat dilihat dilampiran A. Pada Tabel 4.2 dibawah ini dapat dilihat rekapitulasi asumsi indeks kegagalan faktor pihak ketiga pada seluruh segmen di daerah Legundi-Cerme.

Tabel 4.2 Rekapitulasi dari Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga dari segmen 1 sampai 7

Segmen	A	B	C	D	E	F	G	H=A+B+C+D+E+F+G
1	20	0	10	15	7	1	4	57
2	20	0	10	15	7	2	4	58
3	20	0	10	15	7	2	4	58
4	20	0	10	15	7	1	4	57
5	20	0	10	15	7	2	4	58
6	20	0	10	15	7	1	4	57
7	20	0	10	15	7	3	4	59
Σ								404

Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh skor Indeks kegagalan faktor pihak ke tigapada segmen pertama adalah 57, sedangkan skor maksimum adalah 100. Terjadi range yang besar antara skor maksimum dengan skor hitungan. Hal ini terjadi karena aktivitas diatas *pipeline* memiliki kategori tinggi (*high level*). Dari deskripsi segmentasi dapat dilihat daerah ini berada didaerah rumah-rumah , bangunan- bangunan dimana banyak aktivitas masyarakat di daerah tersebut.

Skor dari Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga yang diperoleh pada perhitungan ini bernilai antara 57 sampai 59 dengan rata – rata 57.71. *Range* nilai Indeks kegagalan faktor pihak ke tigayang sangat mencolok disebabkan oleh hal yang signifikan yaitu kedalaman urug minimum *pipeline* dan penentuan lokasi

jalur pipa (*line locating*). Dua item ini memberikan kontribusi yang sangat besar pada indeks *third-party damage*.

Pengurangan skor pada Indeks kegagalan faktor pihak ke tigaterutama terjadi karena ketidakterdediaannya kunci informasi pada program yang secara potensial dapat mencegah kegagalan *pipeline* selama aktivitas factor kegagalan tersebut terjadi, hal yang dapat menurunkan skor indeks antara lain :

- Tingkat aktivitas pada daerah sekitar jalur pipa termasuk pada daerah aktivitas tingkat tinggi.
- Kondisi *Right-of-Way* pada tiap segmen berbeda-beda.

4.6.2 Indeks Korosi

Indeks korosi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap kelancaran kinerja dari distribusi *pipeline*. Korosi bisa disebabkan oleh atmosfer, produk yang diangkut ataupun tanah. Untuk perhitungan indeks korosi pada setiap segmen, dapat dilihat di lampian B. Pada Tabel 4.3 dibawah ini dapat dilihat rekapitulasi asumsi indeks korosi pada seluruh segmen di daerah Legundi-Cerme.

Tabel 4.3 Rekapitulasi dari indeks korosi dari segmen 1 sampai 7

Segmen	A	B	C	H=A+B+C
1	7	20	41	68
2	7	20	41	68
3	7	20	41	68
4	7	20	41	68
5	7	20	41	68
6	7	20	41	68
7	7	20	41	68
			Σ	408

Pada perhitungan diperoleh nilai perkiraan indeks korosi sebesar 68. Nilai ini berlaku pada sepanjang segmen, maka antara segmen 1 sampai dengan 6 mempunyai skor 68. Nilai ini merepresentasikan pencegahan korosi pada tahap desain yang telah dipertimbangkan secara tepat. Pada proses scoring, indeks skor terjadi pengurangan nilai yang utama terjadi pada prevention dimana tidak terdapat internal monitoring dan tidak dilakukannya program pigging secara berkala. Hal yang perlu dicatat bahwa nilai indeks korosi yang lebih besar mewakili nilai keamanan yang lebih besar juga.

4.6.3 Indeks Desain

Perkiraan indeks desain dilihat tidak hanya pada kegagalan mekanik, tetapi juga kemampuan *pipeline* tersebut bertahan terhadap kegagalan mekanik. Sekali lagi, skor maksimum untuk indeks desain adalah 100. Desain digunakan sebagai salah satu indeks disini, karena sebagian besar, meski tidak semua, variable resiko biasanya ditujukan langsung pada sistem desain struktur dasar. Itulah yang harus dilakukan kesatuan struktur yaitu mengatasi semua beban internal dan beban eksternal dalam jangka waktu secara acak. Oleh karena itu, indeks ini menjadi panduan dalam mengevaluasi lingkungan *pipeline* terhadap parameter desain kritisnya. Untuk perhitungan indeks desain pada setiap segmen, dapat dilihat di lampiran C. Pada Tabel 4.4 dapat dilihat rekapitulasi asumsi indeks desain pada seluruh segmen di daerah Legundi-Cerme.

Tabel 4.4 Rekapitulasi dari indeks desain dari segmen 1 sampai 7.

Segmen	A	B	C	D	E	$H=A+B+C+D+E$
1	35	15	10	10	5	75
2	35	15	10	10	5	75
3	35	15	10	10	5	75
4	35	15	10	10	5	75
5	35	15	10	10	5	75
6	35	15	10	10	5	75
7	35	15	10	10	5	75
					Σ	450

4.6.4 Indeks Kesalahan Operasional

Indeks ini menilai potensi dari kegagalan *pipeline* yang disebabkan oleh *errors* (kesalahan) yang dilakukan personel *pipeline* dalam mendesain, membangun, mengoperasikan atau merawat *pipeline*. Maksimum skor pada indeks kesalahan operasional adalah 100. Terdapat empat area utama yang harus diperkirakan pada penentuan indeks kesalahan operasional, yaitu desain, konstruksi, operasi dan perawatan. Untuk perhitungan indeks kesalahan operasional pada setiap segmen, dapat dilihat di lampiran C. Pada table 4.5 dapat dilihat rekapitulasi asumsi indeks kesalahan operasional pada seluruh segmen Legundi-Cerme.

Tabel 4.5 Rekapitulasi dari indeks kesalahan operasi dari segmen 1 sampai 7.

Segmen	A	B	C	D	H=A+B+C+D
1	28	12	35	15	90
2	28	12	35	15	90
3	28	12	35	15	90
4	28	12	35	15	90
5	28	12	35	15	90
6	28	12	35	15	90
7	28	12	35	15	90
				Σ	540

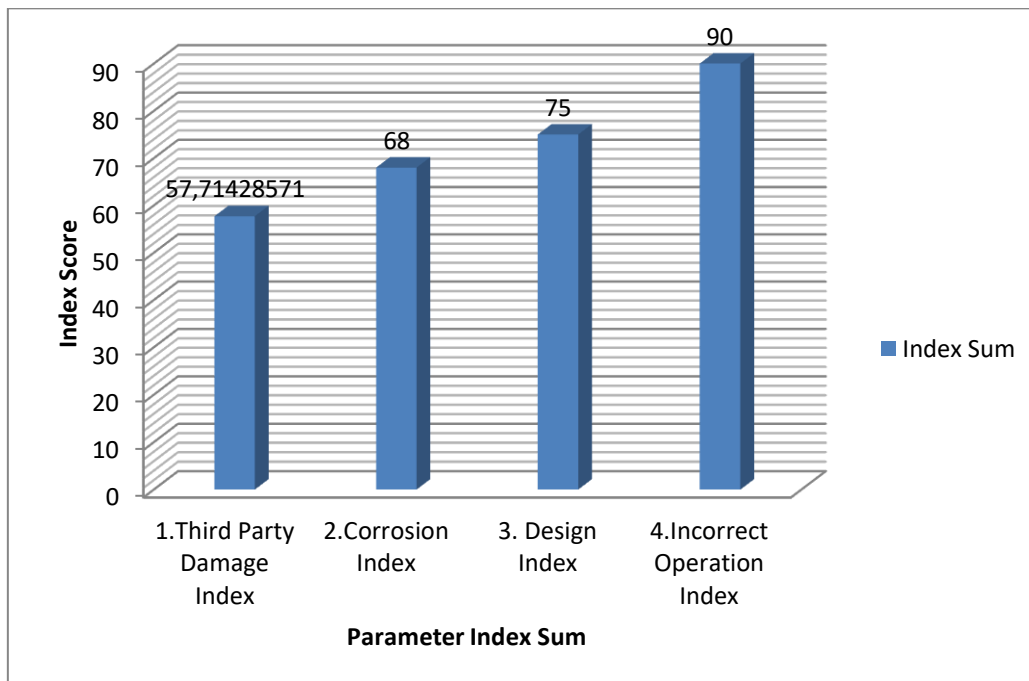
4.7 Jumlah Indeks keseluruhan (*index sum*)

Setelah skor indeks didapatkan dari akumulasi empat parameter yang sudah diketahui hasilnya, keempat indeks tersebut adalah indeks *third-party damage*, korosi, desain, dan kesalahan operasional. Pada sistem scoring ini yang perlu digarisbawahi bahwa skor berbanding lurus dengan tingkat keamanan, jadi jika skor meningkat keamanan juga meningkat.

Tabel 4.6 Indeks total dari segmen 1 sampai dengan 6.

Segmen	Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga	Indeks korosi	Indeks desain	<i>Incorrect Operations Index</i>	<i>Index Sum</i>
1	57	68	75	90	290
2	58	68	75	90	291
3	58	68	75	90	291
4	57	68	75	90	290
5	58	68	75	90	291
6	57	68	75	90	290
7	59	68	75	90	292
				Σ	2035

Dari hasil perhitungan keseluruhan indeks pada segmen 1 sampai 6 diperoleh total indeks bernilai antara 290 sampai dengan 292, dimana skor maksimum untuk total indeks adalah 400.



Gambar 4.1 Index Comparison

Dari grafik 4.1 diatas dapat di tarik suatu perbandingan antara ke empat indeks yang telah dihitung. Indeks terkecil mempunyai skor 57.71 merupakan indeks dari *third-party damage*, berikutnya indeks korosi dengan skor 68, peringkat kedua diduduki oleh indeks desain dengan skor 75, dan posisi pertama atau tertinggi di duduki oleh indeks kesalahan operasi sebesar 90. Ini menunjukkan bahwa indeks kesalahan operasional merupakan parameter yang memiliki posisi paling aman, sedangkan yang perlu penanganan lebih yaitu pada indeks kegagalan dari pihak ketiga.

4.8 Leak Impact Factor (Faktor Pengaruh dari kebocoran)

Leak Impact Factor (LIF) digunakan untuk mengatur *index score* untuk menggambarkan konsekuensi dari kegagalan. Semakin tinggi poin skor untuk LIF menunjukkan konsekuensi yang lebih tinggi dan resiko yang lebih tinggi. Fokus utama dari LIF adalah pada konsekuensi terhadap kesehatan publik dan keselamatan dari kerugian *pipeline*.

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan untuk menentukan *leak impact factor* adalah :

1. *Product hazard (PH)*.
2. *Leak/Spill volume (LV)*.
3. *Dispersion (D)*.
4. *Receptors (R)*.

Secara matematis hubungan keempatnya dapat dirumuskan pada persamaan 4.1 sebagai berikut :

$$\text{LIF} = (\text{PH}) \times (\text{LV}) \times (\text{D}) \times (\text{R}) \quad (4.1)$$

Dimana, PH : *Product Hazard*.

LV : *Leak/Spill Volume*.

D : *Dispersion*.

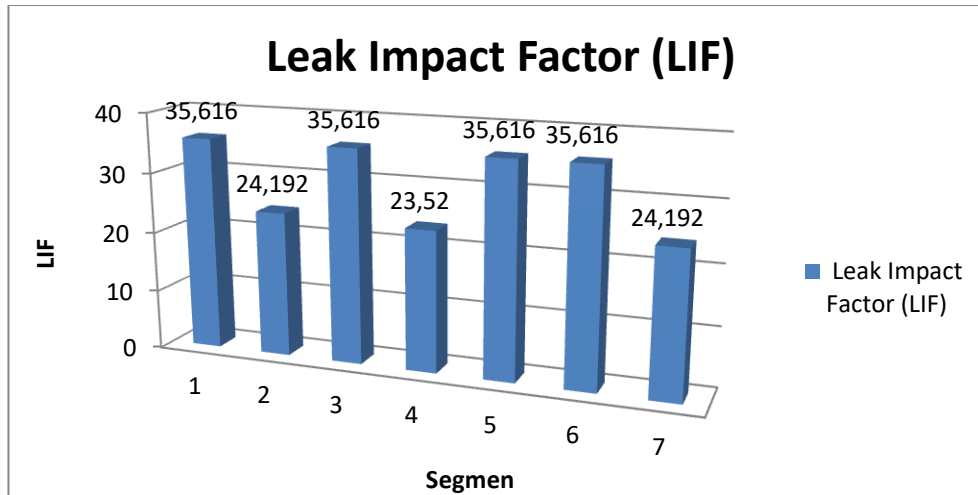
R : *Receptors*.

Untuk perhitungan *product hazard*, *leak volume*, dan *dispersion* pada setiap segmen, dapat dilihat di lampiran D. Hasil perkiraan skor kriteria untuk *product hazard* adalah 7, bocor atau *spill volume* adalah 0.4, *dispersion* pada skor 0.8, variasi skor reseptor bernilai antara 10.8 sampai dengan 15.9. Faktor akibat kebocoran dihasilkan oleh hasil perkalian seluruh faktor area diatas. Jika salah satu factor perkiraan tersebut mempunyai skor 0, maka faktor akibat kebocoran akan menjadi 0. Hal ini cukup rasional mengingat LIF menggambarkan akibat – akibat dari kegagalan .

Tabel 4.7 Perhitungan LIF

No	ITEM	SEGMENT						
		1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Product Hazard (PH)</i>	7	7	7	7	7	7	7
2	<i>Leak Volume Factor (LV)</i>	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
3	<i>Dispersion Factor (D)</i>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
4	<i>Receptors (R)</i>							
	<i>General Population Category</i>	10	10	10	10	10	10	10
	<i>Special Population Category</i>	5	0	5	0	5	5	0
	<i>Population Density Score</i>	15	10	15	10	15	15	10
	<i>Environmental sensitivity an/or high value area</i>	0.9	0.8	0.9	0.5	0.9	0.9	0.8
	<i>Receptors score</i>	15.9	10.8	15.9	10.5	15.9	15.9	10.8
	<i>Leak Impact Factor (LIF)</i>	35.616	24.192	35.616	23.52	35.616	35.616	24.192

Skor yang lebih tinggi untuk LIF mewakili akibat dan resiko yang lebih tinggi. Skor LIF bernilai antara lain 23.52, 24.192, 35.616. Dari grafik 4.2 dapat disimpulkan bahwa resiko kebocoran relatif tinggi karena frekuensi skor kebocoran terbanyak adalah 35.616.



Gambar 4.2 Distribusi *Leak Impact Factor*

4.9 Skor Resiko Relatif (*Relative Risk Score*)

Skor resiko relatif merupakan pembagian dari jumlah indeks keseluruhan dengan faktor kebocoran. Skor resiko relatif merupakan skor asumsi awal dari proses manajemen resiko. Untuk mendapatkan skor resiko absolut perlu perhitungan dengan berdasarkan pada operasional pipa selama beberapa tahun.

Skor resiko relatif merupakan gambaran dari resiko saluran pipa pada daerah Legundi – Cerme dimana dapat diketahui segmen berapa yang memiliki skor terendah, sehingga tindakan apa saja yang harus dilakukan untuk menngkatkan keamanan *pipeline* bisa diketahui juga.

Tabel 4.8 *Relative Risk Score* pada segmen 1 sampai dengan segmen 7

Segmen	Indeks Kesalahan Pihak Ke tiga	Indeks Korosi	Indeks Desain	Indeks Kesalahan Operasi	<i>Index Sum</i>	<i>Leak Impact Factor</i>	<i>Relative Risk Score</i>
1	57	68	75	90	290	35.616	8.142408
2	58	68	75	90	291	24.192	12.02877
3	58	68	75	90	291	35.616	8.170485
4	57	68	75	90	290	23.52	12.32993
5	58	68	75	90	291	35.616	8.170485
6	57	68	75	90	290	35.616	8.142408
7	60	68	75	90	293	24.192	12.11144

Dari perhitungan skor indeks dapat diketahui bahwa *index sum* yang didapat adalah berkisar antara 290 sampai 293, dengan rata – rata 290.86, sedangkan skor maksimum dari *indeks sum* adalah 400. Dari masing – masing segmen mempunyai total indeks bervariasi. Ini menunjukkan bahwa resiko pada masing – masing segmen juga berbeda – beda. Secara keseluruhan *Leak Impact Factor* (LIF) rata – rata yang diperoleh pada perhitungan adalah 30.62. *Relative risk score* rata – rata yang diperoleh pada perhitungan adalah 9.87, yang merupakan hasil pembagian antara *index sum* dengan *leak impact factor*. Pada sistem skoring, peningkatan skor berarti tingkat keamanan juga meningkat. Berdasarkan pada table 4.9, hasil perhitungan skor relatif resiko rata – rata jalur pipa gas di daerah Legundi – Cerme sebesar 9.87, sehingga dapat diketahui bahwa skor relatif resiko pada daerah Legundi – Cerme tergolong *Very low chance*, artinya jalur gas daerah Legundi – Cerme memiliki tingkat resiko aman.

Tabel 4.9 Assigning number to qualitative assessment

<i>Expression</i>	<i>Median probability Equivalent</i>	<i>Range</i>
<i>Almost certain</i>	90	90-99.5
<i>Very high chance</i>	90	85-99
<i>Very likely</i>	85	75-90
<i>High chance</i>	80	80-92
<i>Very probable</i>	80	75-92
<i>Very possible</i>	80	70-80.5
<i>Likely</i>	70	65-85
<i>Probable</i>	70	60-75
<i>Even chance</i>	50	45-55
<i>Medium chance</i>	50	40-60
<i>Possible</i>	40	40-70
<i>Low chance</i>	70	10-20
<i>Unlikely</i>	15	10-25
<i>Improbable</i>	15	5-20
<i>Very low chance</i>	10	5-15

(Lanjutan) **Tabel 4.9** *Assigning number to qualitative assessment*

<i>Very unlikely</i>	10	2-15
<i>Very improbable</i>	5	1-15
<i>Almost impossible</i>	2	0-5

(Sumber : Muhlbauer, 2004)

4.10 Mitigasi Resiko

Mitigasi resiko dilakukan setelah diketahui tingkat resikonya. Secara umum, untuk mengurangi suatu resiko lebih baik dengan mengurangi probabilitas dari suatu kegagalan daripada mengurangi konsekuensi. Mitigasi atau pengurangan konsekuensi biasanya lebih rumit karena dapat merubah beberapa aspek.

Karena hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan di daerah Legundi – Cerme memiliki tingkat resiko yang aman, mitigasi resiko hanya dilakukan pada kesalahan pihak ketiga karena memiliki skor rendah, sehingga skenario yang dilakukan adalah :

1. Meningkatkan frekuensi pemeriksaan (*patrol frequency*) yang dilaksanakan secara rutin sangat efektif untuk mengurangi gangguan *third-party damage*.
2. Menambah jadwal pemeriksaan ROW dan lebih teliti untuk menempatkan tanda rute ROW pada *pipeline* sehingga rute ROW bersih, bebas rintangan dan tanda jalur dapat dilihat dengan jelas dari sisi mana saja pada ROW atau dari udara.
3. Meningkatkan *public education program* terutama mengadakan pertemuan tahunan antara Perusahaan dengan petugas publik (kantor pemerintahan setempat) menyangkut lokasi dan fasilitas jalur pipa, program penerangan regular kepada penduduk setempat menyangkut lokasi dan fasilitas jalur pipa, dan kontak *door to door* pada penduduk yang tinggal berdekatan. Pertemuan rutin antara pemilik properti dan penduduk setempat yang tinggal di sekitar *pipeline* adalah bagian penting pada *public education program*.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisa data yang telah dilakukan pada pengerjaan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. *Index Sum* pada jalur pipa distribusi gas daerah Legundi – Cerme diperoleh dari hasil skor dengan parameter antara lain :
 - a. Indeks kegagalan faktor pihak ke tigadengan skor rata- rata adalah 57.71.
 - b. Korosi dengan skor rata – rata adalah 68.
 - c. Desain dengan skor rata – rata 75.
 - d. Kesalahan operasional dengan skor rata – rata 90.
 - e. Indeks sum rata – rata dari hasil perhitungan adalah sebesar 290.85. Hal ini merepresentasikan keseluruhan peluang kegagalan pada *pipeline*.
2. Dapat disimpulkan bahwa bahwa skor terendah, yaitu kegagalan pada indeks Indeks kegagalan faktor pihak ke tiga membutuhkan perhatian yang intens karena menunjukkan tingkat keamanan yang masih rendah.

Dari hasil perhitungan, diperoleh hasil skor dari parameter sebesar :

- a. *Product Hazard* = 7
- b. *Leak/Spill Volume* = 0.4
- c. *Dispersion* = 0.8
- d. *Receptors* = 10.5 sampai dengan 15.9

Relative risk score rata – rata yang diperoleh yaitu sebesar 9.87, sehingga dapat diketahui tingkat resiko pada jalur pipa distribusi gas Legundi – Cerme berada pada kelas resiko *very low chance* (tergolong low risk).

3. Langkah – langkah mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi resiko kegagalan yaitu meningkatkan frekuensi pemeriksaan, menambah jadwal pemeriksaan ROW dan lebih teliti untuk menempatkan tanda rute ROW pada *pipeline*, meningkatkan *public education program*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari analisa data yang telah dilakukan pada pengerjaan Tugas Akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Karena *pipeline* tergolong jalur pipa yang sudah tua, maka untuk lebih lanjutnya perlu dilakukan manajemen resiko untuk mengantisipasi terjadinya resiko – resiko yang mungkin terjadi terutama pada LIF yang dapat berdampak buruk pada lingkungan dan personal
2. Untuk penelitian lebih lanjut, diharapkan dapat diketahui analisa biaya dan mitigasi biayanya.
3. Metode *risk assessment* yang digunakan dalam Tugas Akhir ini dapat divariasikan dengan metode *risk assessment* yang lain.
4. Saran untuk PT. Perusahaan Gas Negara (PGN), karena kegagalan pada indeks Indeks kegagalan faktor pihak ke tigamembutuhkan perhatian yang intens karena menunjukkan tingkat keamanan yang masih rendah, diharapkan untuk perlu dilakukan langkah mitigasi resiko dengan memilih beberapa scenario. Jadi, meski telah diketahui jalur pipa distribusi gas Legundi – Cerme berada pada kelas resiko *very low chance* (tergolong *low risk*), diharapkan agar PT. PGN terus memantau dan melakukan *risk management* pada jalur pipa distribusi Legundi – Cerme tiap tahunnya, guna mengantisipasi adanya dampak kebocoran, ledakan, dan pencemaran lingkungan yang dapat berakibat buruk pada lingkungan sekitar *pipeline*.

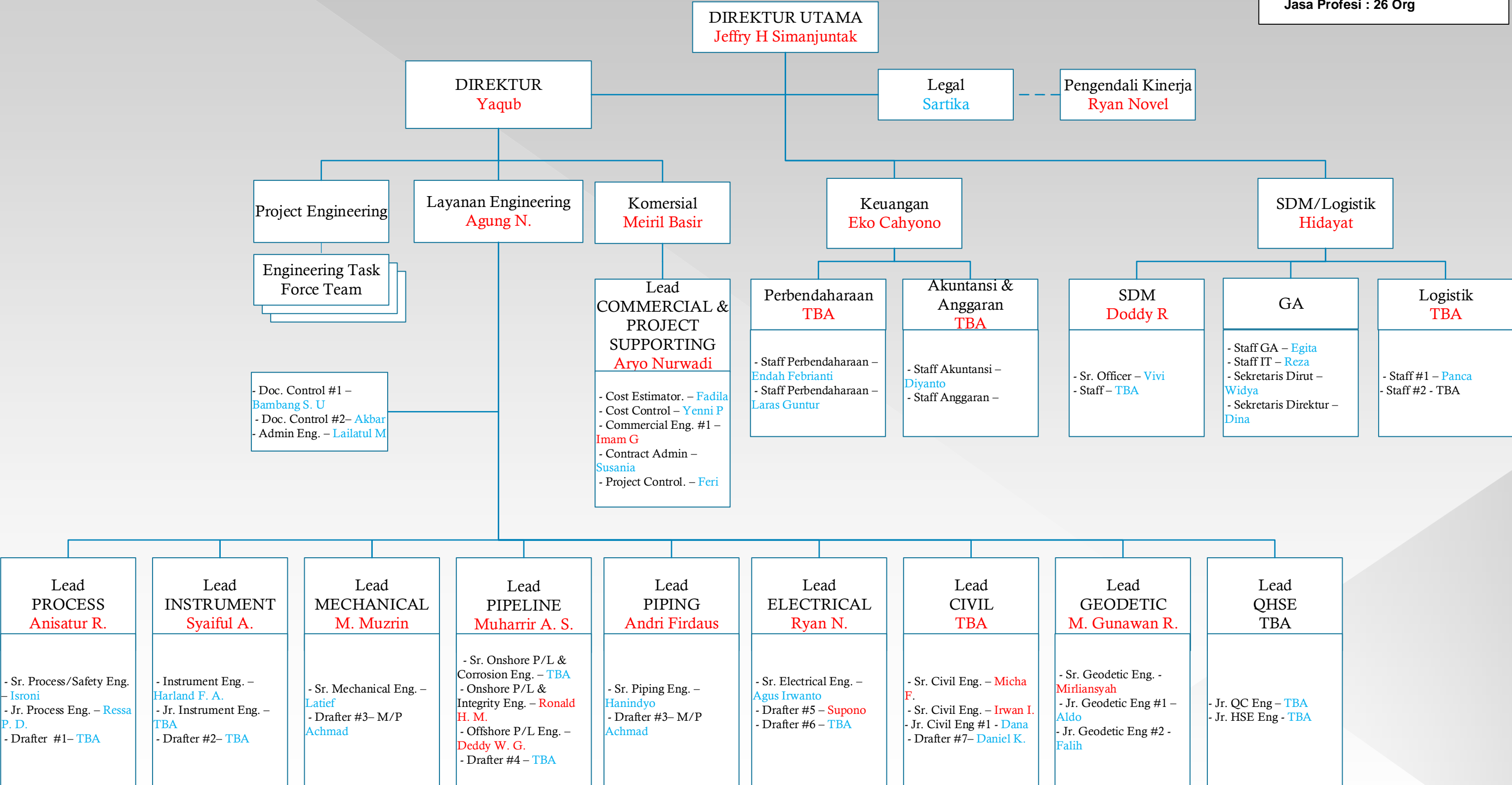
DAFTAR PUSTAKA

- Astuti,I.P. 2008. ***Analisa Pipeline Risk Assesment ; Kasus Pada Gas Pipeline..***
Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, ITS.
- Azhar,Ahmad Fauzan R. 2010. ***Analisa Resiko Offshore Pipeline Dengan Menggunakan Metode RBI..*** Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, ITS.
- Bai, YongQiang dan Wang, Tong. 2013. ***The Application of the Semi-quantitative Risk Assessment Method to Urban Natural Gas Pipelines.*** Beijing Municipal Institute of Labour Protection, Beijing of China
- Biro Riset LM FEUI. 2010. ***Analisis Industri Minyak dan Gas Indonesia.***
Jakarta: LM FEUI Opini.
- Istian, G. 2007. ***Risk Assessment Saluran Pipa Gas Ekspor Amerada Hess (Indonesia-Pangkajene) Limited Pada Zone III akibat penurunan jangkar kapal.*** Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, ITS.
- Kurnely, K. 2004. “Peluang Bisnis Pipa Gas Indonesia”, *Indonesia Pipeline Technology Seminar and Exhibitions* Third Edition, Gulf Publishing Company
- Muhlbauer,W. K. 2004. ***Pipeline Risk Management Manual***, Third Edition, Gulf Publishing Company
- The American Society of Mechanical Engineers (ASME B31.8). 2003. ***Gas Transmission and Distribution Piping*** Systems, New York, USA.
- <http://www.prokum.esdm.go.id/Publikasi/Outlook%20Energi%202014.pdf>
dikunjungi pada tanggal 15 Oktober 2016.
- <http://www.pgn.co.id> dikunjungi pada tanggal 17 Oktober 2016.
- <http://www.migas-indonesia.com> dikunjungi pada tanggal 18 Oktober 2016

STRUKTUR ORGANISASI

PT. SOLUSI ENERGY NUSANTARA

Ket:
Perbantuan PGN : 3 Org
Perbantuan PGAS Solution : 18 Org
Jasa Profesi : 26 Org



	<h2>List Responder</h2>	
---	-------------------------	---

Team GIS , Sena Regional II

No	Nama	Jabatan/Posisi	Organisasi
1	Mirliansyah	Site Manager	Sena
2	Mualif Marhani	Surveyor	Sena
3	Inessia Umi Patri	GIS	Sena
4	Rizky Sandy	GIS	Sena
5	M.Jamil	Surveyor	Sena
6	Achmad Rival S	Surveyor	Sena
7	N.A.Rauf S	Surveyor	Sena
8	A.Fiky F	Surveyor	Sena
9	Zakiyatul F	Admin	Sena
10	Handyta Anindya	Drafter	Sena
11	N.G.Budhi Mulyantika	Drafter	Sena

Team KIJFA

Tempat : Jalan Ngagel Tama 59 Surabaya

No	Nama	Jabatan/Posisi	Organisasi
1	Moedayat Y Yanto	Site Manager	Sena
2	Fristy D.N	Koordinator	Sena
3	W.Adi W	Surveyor	Sena
4	Indra Jaya	Engineer	Sena
5	Bara Y	Surveyor	Sena
6	Tri Mulyono	Surveyor	Sena
7	Wahyu Wicaksono	Engineer	Sena
8	Ainur Rifqi	Surveyor	Sena
9	Edy Santoso	Surveyor	Sena
10	Kornia W	Admin	Sena

DAFTAR ISIAN RISK ASSESSMENT

Tanggal Survei :

I. UMUM/GENERAL

No	Subject		Data
1	Identifikasi segmen	:	
2	Panjang segmen	:	
3	Kelompok Jaringan	:	Transmisi
			SUTET
			Distribusi Tekanan (Tinggi/Menengah/Rendah)
4	Spesifikasi pipa	:	
	Outside Diameter		
	Thickness		
5	Responder	:	
	Jabatan	:	
	TTD	:	

II. KHUSUS/SPECIFIC

1. INDEX KERUSAKAN OLEH PIHAK KETIGA/THIRD PARTY DAMAGE INDEX

A. Kedalaman Urug Minimum/Minimum Depth of Cover

1	Kedalaman urugan minimum/minimum depth of cover	:	(in)
2	Apakah dilakukan cara perlindungan pipa lainnya?	:	(ya/tidak)
	Jika ya, apakah dengan memasang	:	
	a. beton pelapis dengan tebal 2"	:	(ya/tidak)
	b. beton pelapis dengan tebal 4"	:	(ya/tidak)
	c. casing	:	(ya/tidak)
	d. batangan beton yang diperkuat (reinforced slab)	:	(ya/tidak)
3	Apakah di dalam urugan dipasang warning tape?	:	(ya/tidak)
	Jika ya, apakah berupa :		
	a. warning tape	:	(ya/tidak)
	b. warning mesh	:	(ya/tidak)
4	Apakah ada urugan jalur pipa di bawah permukaan air pada kondisi persilangan air?	:	(ya/tidak)
	Jika ya, apakah kedalaman dibawah permukaan air sebesar :		
	a. 0-5 ft	:	(ya/tidak)

	b. 5 ft - kedalaman jangkar maksimum	:	(ya/tidak)
	c. >kedalaman jangkar maksimum	:	(ya/tidak)
	Jika ya, apakah kedalaman dibawah dasar saluran air (<i>bottom of waterway</i>) sebesar :		
	a. 0-2 ft	:	(ya/tidak)
	b. 2-3 ft	:	(ya/tidak)
	c. 3-5 ft	:	(ya/tidak)
	d. 5 ft - kedalaman pengerukan maksimum	:	(ya/tidak)
	e. > kedalaman pengerukan maksimum	:	(ya/tidak)
	Jika ya, apakah terdapat lapisan beton (<i>concrete coating</i>) sebesar		
	a. tidak ada sama sekali	:	(ya/tidak)
	b. minimum 1 in	:	(ya/tidak)

B. Tingkat aktifitas / Activity level

1	Apakah ada kemungkinan orang menggali atau melakukan aktifitas yang dapat merusak pipa disekitar jalur pipa	:	(ya/tidak)
2	Jika ya, apakah aktifitasnya pada tingkat :		
	a. rendah	:	(ya/tidak)
	b. sedang	:	(ya/tidak)
	c. tinggi	:	(ya/tidak)

C. Fasilitas di Atas Tanah/Aboveground Facilities

1	Apakah ada fasilitas (bangunan dan lain sebagainya) diatas jalur pipa?	:	(ya/tidak)
2	Jika ya, apakah :		
	a. Fasilitas termaksud berada pada jarak lebih dari 200 ft dari jalur pipa?	:	(ya/tidak)
	b. Jalur pipa dibatasi oleh pagar setinggi minimal 6 ft?	:	(ya/tidak)
	c. Jalur pipa dilindungi dengan rel pelindung (pipa baja 4" atau yang lebih baik)	:	(ya/tidak)
	d. Terdapat pohon, tembok, atau struktur lain di antara jalur kendaraan dengan jalur pipa?	:	(ya/tidak)
	e. Terdapat parit (minimal sedalam dan selebar 4 ft) diantara jalur kendaraan dan fasilitas pipa?	:	(ya/tidak)
	f. Apakah dipasang tanda-tanda peringatan mengenai keberadaan fasilitas pipa disekitar jalur pipa?	:	(ya/tidak)

D. Penentuan Lokasi Jalur Pipa/Line Locating

1	Apakah penilaian keefektifan sistem <i>one-call</i> dievaluasi seluruhnya baik itu hal pengoperasian dan hasilnya, dimana sistem ini harus sesuai dengan hukum sehingga dapat diterima dan digunakan?	:	(ya/tidak)
2	Apakah terdapat bukti catatan efisiensi dan keandalan, dimana evaluasi keefektifan sistem <i>one-call</i> dapat diterima?	:	(ya/tidak)
3	Apakah terdapat pengiklanan media massa dan dikenal baik oleh masyarakat umum untuk mengetahui tingkat penerimaan masyarakat yang dapat ditaksir terhadap sistem <i>one-call</i>	:	(ya/tidak)
4	Apakah untuk pusat <i>one-call</i> memenuhi standar ULCCA (Utility Location and Coordination Council of America)?	:	(ya/tidak)
5	Apakah ada tanggapan yang tepat untuk panggilan (Calls)	:	(ya/tidak)
6	Apakah terdapat peta dan catatan?	:	(ya/tidak)

E. Program Edukasi Publik

1	Apakah ada penyebaran informasi melalui pos mengenai lokasi jalur dan fasilitas pipa kepada penduduk sekitar?	:	(ya/tidak)
2	Apakah ada pertemuan tahunan antara Perusahaan dengan petugas publik(kantor pemerintahan setempat) menyangkut lokasi dan fasilitas jalur pipa?	:	(ya/tidak)
3	Apakah ada pertemuan tahunan antara Perusahaan dengan kontraktor dan ekskavator lokal menyangkut lokasi dan fasilitas jalur pipa?	:	(ya/tidak)
4	Adakah program penerangan reguler kepada penduduk setempat menyangkut lokasi dan fasilitas jalur pipa?	:	(ya/tidak)
5	Apakah ada informasi mengenai lokasi jalur dan fasilitas pipa dikirim melalui pos kepada kontraktor dan ekskavator lokal?	:	(ya/tidak)
6	Adakah publikasi minimal 1 tahun sekali di media lokal menyangkut lokasi dan fasilitas jalur pipa?	:	(ya/tidak)
7	Apakah ada kontak door to door pada tempat tinggal yang berdekatan?	:	(ya/tidak)

F. Kondisi Right of Way/Right of Way Condition

1	RoW bersih dan bebas rintangan sehingga tanda jalur dapat dilihat dengan jelas dari titik mana saja pada RoW atau dari udara, tanda2 dan peringatan2 dipasang pada jalan raya, jalur rel kereta, penyeberangan air/sungai, parit pembatas	:	(ya/tidak)
2	RoW bersih dari rintangan yang menghalangi pandangan dari titik mana saja pada RoW atau dari udara, tanda2 dan peringatan2 dipasang pada	:	(ya/tidak)

	jalan raya, jalur rel kereta, penyeberangan ,air/sungai,parit pembatas		
3	Terdapat rintangan yang menghalangi pandangan dari beberapa titik dalam RoW atau dari udara,perlu dipasang lebih banyak tanda dan peringatan dipasang pada jalan raya, jalur rel kereta, penyeberangan air/sungai,parit pembatas	:	(ya/tidak)
4	RoW dirintangi tumbuhan sehingga pada beberapa tempat sulit dikenali sebagai RoW, sangat kurang adanya tanda2 dan peringatan2	:	(ya/tidak)
5	Tidak bisa dikenali sebagai RoW, jalur tertutup tumbuhan, tidak terdapat tanda2 atau peringatan2	:	(ya/tidak)

G. Frekuensi Patroli/Patrol Frequency

1	Apakah patroli dilakukan	:	(ya/tidak)
	a. setiap hari	:	(ya/tidak)
	b. 4 kali seminggu	:	(ya/tidak)
	c. 3 kali seminggu	:	(ya/tidak)
	d. 2 kali seminggu	:	(ya/tidak)
	e. 1 kali seminggu	:	(ya/tidak)
	f. kurang dari 4 kali sebulan	:	(ya/tidak)
	g. kurang dari sekali sebulan	:	(ya/tidak)
	h.tidak pernah	:	(ya/tidak)

2. INDEX KOROSI/CORROSION INDEX

A. Korosi Atmosferik/Atmospheric Corrosion

A.1. Ekspos Atmosferik/Atmospheric Exposure

1	Apakah terdapat bagian-bagian pipa yang berada dalam air dan di permukaan?	:	(ya/tidak)
2	Apakah pipa dilindungi casing?	:	(ya/tidak)
3	Apakah pipa diinsulasi (untuk pipa di atas tanah)	:	(ya/tidak)
4	Apakah terdapat penyangga dan penggantung (support dan hanger)	:	(ya/tidak)
5	Apakah terdapat bagian-bagian pipa yang berada dalam tanah dan di permukaan?	:	(ya/tidak)
6	Apakah pipa terekspose hal-hal lain selain air, udara dan tanah, yang dapat merangsang pertumbuhan atau mempercepat laju korosi (suhu dan kelembaban tinggi)?	:	(ya/tidak)
7	Tidak terdapat bagian pipa yang rawan karat yang terpapar dengan udara	:	(ya/tidak)

A.2. Korosi Lingkungan

1	Apakah pipa terpapar atmosfer anjungan lepas pantai atau refinery lepas	:	(ya/tidak)
---	---	---	------------

	pantai yang memungkinkan semburan garam dan zat-zat kimia?		
2	Apakah pipa terpapar atmosfer anjungan lepas pantai atau refinery di pinggir laut yang memungkinkan terpapar zat kimia dan kelembaban Tinggi	:	(ya/tidak)
3	Apakah pipa melewati wilayah laut, pantai dan rawa2 sehingga terpapar garam dan kelembaban tinggi	:	(ya/tidak)
4	Apakah pipa melewati wilayah dengan suhu dan kelembaban tinggi?	:	(ya/tidak)
5	Apakah pipa melewati wilayah terpapar zat kimia dengan kelembaban rendah?	:	(ya/tidak)
6	Pipa melewati wilayah yang tidak terpapar zat kimia, kelembaban rendah suhu rendah	:	(ya/tidak)
7	Pipa tidak terpapar atmosfer korosif	:	(ya/tidak)

A.3. Coating Atmosferik/Atmospheric Coating

A.3.1 Mutu bahan coating/Quality of the Coating

1	Bahan coating bermutu baik dan spesifikasinya memang untuk kondisi lingkungan dimana pipa berada	:	(ya/tidak)
2	Bahan coating cukup baik tapi spesifikasinya mungkin tidak sepenuhnya sesuai dengan kondisi lingkungan dimana pipa berada	:	(ya/tidak)
3	Pipa memang dicoating tetapi spesifikasi coating tidak sesuai dengan kondisi lingkungan	:	(ya/tidak)
4	Pipa tidak dicoating	:	(ya/tidak)

A.3.2 Aplikasi coating/Coating application

1	Menggunakan spesifikasi yang detail dengan memperhatikan semua aspek pengaplikasian dan dengan sistem kendali mutu yang sesuai	:	(ya/tidak)
2	Pelaksanaan pengaplikasian yang baik namun tidak menggunakan pengawasan atau sistem pengendalian mutu	:	(ya/tidak)
3	Pengaplikasian yang ceroboh dan bermutu rendah	:	(ya/tidak)
4	Pengaplikasian yang salah dan tidak mengikuti aturan dan tidak mempedulikan aspek lingkungan	:	(ya/tidak)

A.3.3 Kondisi coating saat ini/Current coating condition

1	Kondisi coating diinspeksi secara menyeluruh oleh inspektur terlatih dengan menggunakan checklist pada interval yang memadai	:	(ya/tidak)
2	Kondisi coating diinspeksi secara tidak resmi namun dilakukan oleh inspektur terlatih pada interval yang memadai	:	(ya/tidak)

3	Kondisi coating jarang diinspeksi secara menyeluruh	:	(ya/tidak)
4	Kondisi coating tidak pernah diinspeksi	:	(ya/tidak)

A.3.4 Perbaikan kerusakan/Correction of defect

1	Kerusakan coating yang dilaporkan secepat mungkin dicatat dan disusun skedul perbaikan sesuai kebutuhan. Perbaikan dilakukan sesuai prosedur pengaplikasian sesuai skedul	:	(ya/tidak)
2	Kerusakan coating dilaporkan secara informal dan perbaikan dilakukan Sekenanya	:	(ya/tidak)
3	Kerusakan coating tidak secara konsisten dilaporkan dan diperbaiki	:	(ya/tidak)
4	Tidak ada atau kecil sekali perhatian diberikan untuk kerusakan coating	:	(ya/tidak)

B. Internal Corrosion

B.1. Product corrosivity

1	Sangat korosif : Larutan garam, air, produk mengandung H ₂ S, produk yang mengandung asam	:	(ya/tidak)
2	Tidak terlalu korosif	:	(ya/tidak)
3	Korosif hanya pada situasi khusus	:	(ya/tidak)
4	Tidak korosif	:	(ya/tidak)

B.2. Pencegahan/Prevention

1	Tidak ada tindakan apapun yang dilakukan untuk mengurangi resiko korosi internal	:	(ya/tidak)
2	Terdapat program yang jelas untuk memonitor dan mengartikan data-data hasil monitoring kondisi korosi internal	:	(ya/tidak)
3	Dilakukan injeksi inhibitor secara periodik	:	(ya/tidak)
4	Dilakukan internal coating	:	(ya/tidak)
5	Dilakukan cara-cara untuk menjamin kemurnian gas yang memasuki pipa (memfilter atau membersihkan dari gas asam dsb)	:	(ya/tidak)
6	Dilakukan program pigging secara berkala untuk membersihkan material yang korosif di dalam pipa	:	(ya/tidak)
7	Tidak diperlukan adanya tindakan pencegahan korosi	:	(ya/tidak)

3. INDEX DISAIN/DESIGN INDEX

A. Safety Factor

A.1. Komponen pipa : ratio tebal pipa sesungguhnya terhadap tebal pipa yang diperlukan (t)

1	< 1	:	(ya/tidak)
2	1 - 1.1	:	(ya/tidak)
3	1.11 - 1.2	:	(ya/tidak)
4	1.21 - 1.4	:	(ya/tidak)
5	1.41 - 1.6	:	(ya/tidak)
6	1.61 - 1.8	:	(ya/tidak)
7	>1.81	:	(ya/tidak)

A.2. Komponen Non-pipa : Ratio tekanan desain terhadap MOP (Design to MOP Ratio)

1	2	:	(ya/tidak)
2	1.75 - 1.99	:	(ya/tidak)
3	1.5 - 1.74	:	(ya/tidak)
4	1.25 - 1.49	:	(ya/tidak)
5	1.1 - 1.24	:	(ya/tidak)
6	1 - 1.09	:	(ya/tidak)
7	<1	:	(ya/tidak)

B. Fatigue

B.1. Besarnya tekanan berulang terhadap pipa

1	100% MOP	:	(ya/tidak)
2	90% MOP	:	(ya/tidak)
3	75% MOP	:	(ya/tidak)
4	50% MOP	:	(ya/tidak)
5	25% MOP	:	(ya/tidak)
6	10% MOP	:	(ya/tidak)
7	5% MOP	:	(ya/tidak)

B.2. Frekuensi terjadinya tekanan berulang selama usia pipa

1	<10 ³	:	(ya/tidak)
2	10 ³ - 10 ⁴	:	(ya/tidak)
3	10 ⁴ - 10 ⁵	:	(ya/tidak)
4	10 ⁵ - 10 ⁶	:	(ya/tidak)

5	>10 ⁶	:	(ya/tidak)
---	------------------	---	------------

C. Potensi terjadinya tekanan sesaat

1	Besar kemungkinan terjadinya tekanan kejut (sesaat) sebesar > 10% MOP terhadap pipa karena aliran gas yang tiba - tiba	:	(ya/tidak)
2	Terdapat kemungkinan yang tidak terlalu besar terjadinya tekanan kejut (sesaat) sebesar > 10% MOP terhadap pipa karena aliran gas yang tiba2	:	(ya/tidak)
3	Tidak terdapat kemungkinan terjadinya tekanan kejut (sesaat) sebesar >10% MOP terhadap pipa karena aliran gas yang tiba - tiba	:	(ya/tidak)

D. Integrity Verification

D.1. Tekanan uji hidrostatik-Ratio tekanan uji terhadap MOP (H)

1	$H < 1.1$:	(ya/tidak)
2	$1.11 < H < 1.25$:	(ya/tidak)
3	$1.26 < H < 1.4$:	(ya/tidak)
4	$H > 1.41$:	(ya/tidak)

D.2. Waktu sejak pengujian hidrostatik terakhir

1	Pengujian terakhir 4 tahun yang lalu	:	(ya/tidak)
2	Pengujian terakhir 5 tahun yang lalu	:	(ya/tidak)
3	Pengujian terakhir 6 tahun yang lalu	:	(ya/tidak)
4	Pengujian terakhir 7 tahun yang lalu	:	(ya/tidak)
5	Pengujian terakhir 8 tahun yang lalu	:	(ya/tidak)
6	Pengujian terakhir 9 tahun yang lalu	:	(ya/tidak)
7	Pengujian terakhir 10 tahun yang lalu	:	(ya/tidak)
8	Pengujian terakhir 11 tahun yang lalu	:	(ya/tidak)

E. Land Movements

1	Pipa terpasang di wilayah dimana pergerakan tanah sering terjadi atau dapat menimbulkan kerusakan yang parah	:	(ya/tidak)
2	Pergerakan tanah yang merusak dapat terjadi tapi karena posisi pipa atau kedalamannya kemungkinan tidak berakibat apa-apa kepada jaringan	:	(ya/tidak)
3	Jarang terjadi pergerakan tanah, juga kerusakan jaringan karena pergerakan tanah	:	(ya/tidak)
4	Tidak terdapat catatan mengenai pergerakan tanah	:	(ya/tidak)
5	Tidak tahu	:	(ya/tidak)

4. INDEX PENGOPERASIAN TIDAK SEMESTINYA/INCORRECT OPERATION INDEX

A. Disain/Design

A.1. Identifikasi Ancaman/Threat Identification

1	Terdapat prosedur terdokumentasi yang diimplementasikan secara konsisten untuk mengidentifikasi semua jenis ancaman terhadap jaringan pipa	:	(ya/tidak)
2	Terdapat prosedur terdokumentasi yang diimplementasikan secara konsisten untuk mengidentifikasi beberapa jenis ancaman terhadap jaringan pipa	:	(ya/tidak)
3	Terdapat prosedur terdokumentasi untuk mengidentifikasi semua jenis ancaman terhadap jaringan pipa namun tidak terdapat bukti bahwa prosedur diimplementasikan secara konsisten	:	(ya/tidak)
4	Terdapat prosedur terdokumentasi untuk mengidentifikasi beberapa jenis ancaman terhadap jaringan pipa namun tidak terdapat bukti bahwa prosedur diimplementasikan secara konsisten	:	(ya/tidak)
5	Tidak terdapat prosedur terdokumentasi untuk mengidentifikasi jenis ancaman terhadap jaringan pipa	:	(ya/tidak)

A.2. MAOP

1	Terdapat kemungkinan pengoperasian pada MAOP secara rutin. Tekanan lebih dapat terjadi dengan mudah dan pencegahan tekanan lebih hanya melalui prosedur atau peralatan pengamanan satu tingkat	:	(ya/tidak)
2	Tekanan lebih dapat terjadi melalui suatu kombinasi kesalahan prosedur dan kegagalan peralatan pengamanan	:	(ya/tidak)
3	Tekanan lebih dimungkinkan secara teoritis namun hanya jika terjadi kombinasi kesalahan, pelanggaran dan kegagalan peralatan pengamanan	:	(ya/tidak)
4	Tidak mungkin terjadi pengoperasian pada tekanan lebih	:	(ya/tidak)

A.3. Sistem Keselamatan/Safety System

1	Tidak terdapat peralatan untuk pencegahan tekanan lebih	:	(ya/tidak)
2	Terdapat peralatan pencegahan tekanan lebih satu tingkat	:	(ya/tidak)
3	Terdapat peralatan pencegahan tekanan lebih dua tingkat atau lebih	:	(ya/tidak)
4	Tekanan dimonitor dari jarak jauh tapi tidak ada pengendalian dan tidak ada perlindungan tekanan lebih otomatis	:	(ya/tidak)
5	Tekanan dimonitor dikendalikan jarak jauh dan terdapat perlindungan tekanan lebih otomatis	:	(ya/tidak)
6	Terdapat peralatan pencegahan tekanan lebih tapi tidak dimiliki,	:	(ya/tidak)

	dioperasikan dan dikendalikan oleh perusahaan. Perusahaan hanya meyakinkan peralatan berfungsi baik dan terkalibrasi		
7	Terdapat peralatan pencegahan tekanan lebih tapi tidak dimiliki, dioperasikan dan dikendalikan oleh perusahaan. Perusahaan tidak melakukan upaya apapun untuk meyakinkan peralatan berfungsi baik dan terkalibrasi	:	(ya/tidak)
8	Tidak terdapat adanya sistem keselamatan yang dibutuhkan	:	(ya/tidak)

A.4. Penyeleksian Material/Material Selection

1	Terdapat dokumen perhitungan dan gambar desain serta spesifikasi dan hasil inspeksi material dari jaringan pipa, setiap perubahan dievaluasi, direvisi sesuai keperluan dan dicatat	:	(ya/tidak)
2	Terdapat dokumen perhitungan dan gambar desain serta spesifikasi dan hasil inspeksi material dari jaringan pipa, tidak setiap perubahan dievaluasi, direvisi sesuai keperluan dan dicatat	:	(ya/tidak)
3	Terdapat dokumen perhitungan dan gambar desain serta spesifikasi dan hasil inspeksi material dan jaringan pipa, namun perubahan tidak dikendalikan dan tidak dicatat	:	(ya/tidak)

A.5. Pemeriksaan disain

1	Perusahaan mengevaluasi perhitungan desain dan keputusan menyangkut desain pada titik2 kritis dalam proses perancangan (design process)	:	(ya/tidak)
2	Perusahaan kadang2 mengevaluasi perhitungan desain dan keputusan menyangkut desain pada titik2 kritis dalam proses perancangan	:	(ya/tidak)
3	Tidak dilakukan evaluasi dan pengawasan terhadap proses desain	:	(ya/tidak)

B. Konstruksi/Contruction

B.1. Inspeksi/Inspection

1	Perusahaan menugaskan inspektur ahli bersertifikat untuk mengawasi keseluruhan proses konstruksi (surveillance Inspection)	:	(ya/tidak)
2	Perusahaan menugaskan inspektur ahli bersertifikat untuk menyaksikan pengujian2 kritis, termasuk pengujian penerimaan jaringan (field acceptance test)	:	(ya/tidak)
3	Perusahaan menugaskan inspektur ahli bersertifikat hanya untuk menyaksikan pengujian penerimaan (field acceptance test) saja	:	(ya/tidak)
4	Perusahaan hanya memeriksa laporan pengujian jaringan, tidak menyaksikan pelaksanaan pengujian	:	(ya/tidak)
5	Perusahaan tidak melakukan apapun dalam konteks inspeksi konstruksi jaringan pipa	:	(ya/tidak)

B.2. Material

1	Terdapat tatacara terdokumentasi yang diimplementasikan secara konsisten untuk memverifikasi bahwa semua material dan komponen memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan	:	(ya/tidak)
2	Terdapat tatacara terdokumentasi yang diimplementasikan secara konsisten untuk memverifikasi bahwa komponen utama memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan	:	(ya/tidak)
3	Tidak terdapat tatacara terdokumentasi untuk memverifikasi material dan komponen jaringan	:	(ya/tidak)

B.3. Penyambungan/Joining

1	Penyambungan dilakukan sesuai dengan spesifikasi/standar industri yang ditetapkan, dikerjakan dengan rapi dan dilakukan NDT yang dipersyaratkan spesifikasinya.Laporan hasil NDT tersimpan	:	(ya/tidak)
2	Penyambungan dilakukan sesuai dengan spesifikasi/standar industri yang ditetapkan, dikerjakan kurang rapi dan dilakukan NDT yang dipersyaratkan spesifikasinya.Laporan hasil NDT tersimpan	:	(ya/tidak)
3	Penyambungan dilakukan sesuai dengan spesifikasi namun tidak dilakukan NDT	:	(ya/tidak)

B.4. Pengurungan/Backfilling

1	Pada waktu pengurungan, pipa diberi alas agar rata dan tidak terjadi konsentrasi tegangan pada pipa tertentu, dan dilindungi sedemikian rupa agar coating tidak Rusak	:	(ya/tidak)
2	Pada waktu pengurungan, pipa tidak diberi alas yang memadai sehingga terjadi konsentrasi tegangan dibagian pipa tertentu, pipa dilindungi sedemikian rupa agar coating tidak rusak	:	(ya/tidak)
3	Pada waktu pengurungan, pipa tidak diberi alas yang memadai sehingga terjadi konsentrasi tegangan dibagian pipa tertentu, pipa tidak dilindungi secara memadai sehingga coating dapat rusak	:	(ya/tidak)

B.5. Penanganan/Handling

1	Terdapat bukti bahwa seluruh material mendapat penanganan dan disimpan dengan baik (dilindungi dari kerusakan) sebelum dan pada saat konstruksi	:	(ya/tidak)
2	Terdapat bukti bahwa pipa dan komponen utama fasilitas jaringan mendapat penanganan dan disimpan dengan baik (dilindungi dari kerusakan) sebelum dan saat konstruksi	:	(ya/tidak)

3	Tidak terdapat bukti bahwa material ditangani dan disimpan dengan baik sebelum dan pada saat konstruksi	:	(ya/tidak)

B.6. Pelapisan/Coating

1	Persiapan permukaan yang akan dilapis dan diproses pelapisan sesuai dengan spesifikasi bahan. Proses dan hasil pelapisan diperiksa oleh inspektur yang Berkualitas	:	(ya/tidak)
2	Persiapan permukaan yang akan dilapis dan diproses pelapisan sesuai dengan spesifikasi bahan. Proses dan hasil pelapisan diperiksa namun bukan oleh inspektur yang berkualitas	:	(ya/tidak)
3	Persiapan permukaan yang akan dilapis dan diproses pelapisan tidak Diverifikasi	:	(ya/tidak)

C. Operasi/Operation

C.1. Prosedur/Procedure

1	Terdapat prosedur terdokumentasi mengenai semua aspek pengoperasian jaringan pipa. Terdapat bukti bahwa prosedur itu dilaksanakan secara konsisten	:	(ya/tidak)
2	Terdapat prosedur terdokumentasi mengenai beberapa aspek utama pengoperasian jaringan pipa. Terdapat bukti bahwa prosedur itu dilaksanakan secara konsisten	:	(ya/tidak)
3	Terdapat prosedur terdokumentasi mengenai semua aspek pengoperasian jaringan pipa. Terdapat bukti bahwa prosedur itu dilaksanakan namun tidak secara konsisten	:	(ya/tidak)
4	Terdapat prosedur terdokumentasi mengenai beberapa aspek utama pengoperasian jaringan pipa. Terdapat bukti bahwa prosedur itu dilaksanakan namun tidak secara konsisten	:	(ya/tidak)
5	Tidak terdapat prosedur terdokumentasi mengenai aspek pengoperasian jaringan pipa	:	(ya/tidak)

C.2. SCADA/Communication

1	Tidak ada sistem SCADA atau jika ada tidak dipergunakan sedemikian rupa untuk upaya mengurangi human error	:	(ya/tidak)
2	Beberapa kegiatan kritis dimonitor, tindakan2 lapangan dikendalikan secara informal melalui ruang control, reliabilitas sistem SCADA mencapai 80%	:	(ya/tidak)
3	Kegiatan2 yang paling kritis dimonitor, tindakan2 lapangan dikendalikan melalui ruang control, reliabilitas sistem SCADA mencapai 95%	:	(ya/tidak)
4	Semua kegiatan kritis dimonitor, tindakan2 lapangan dikendalikan melalui ruang control. reliabilitas sistem SCADA mencapai 99.9%	:	(ya/tidak)

C.3. Pengujian obat-obatan terlarang/Drug Testing

1	Terdapat program drug testing untuk semua karyawan jaringan pipa	:	(ya/tidak)
2	Terdapat program tes kesehatan untuk karyawan jaringan pipa yang berperan penting dalam pengoperasian jaringan pipa	:	(ya/tidak)
3	Tidak terdapat program drug testing	:	(ya/tidak)

C.4. Program Keselamatan/Safety Program

1	Terdapat pernyataan tertulis Perusahaan mengenai filosofi keselamatan, partisipasi karyawan yang tinggi, kinerja keselamatan yang tinggi, sangat peduli dengan kebersihan dan kerapian, banyak tanda dan slogan mengenai keselamatan, karyawan safety yang permanen	:	(ya/tidak)
2	Terdapat pernyataan tertulis Perusahaan mengenai filosofi keselamatan, partisipasi karyawan yang cukup tinggi, kinerja keselamatan yang cukup, cukup peduli dengan kebersihan dan kerapian, cukup tanda dan slogan mengenai keselamatan, karyawan safety yang part time	:	(ya/tidak)
3	Tidak terdapat pernyataan tertulis Perusahaan mengenai keselamatan, kinerja keselamatan yang buruk, tidak ada petugas khusus keselamatan	:	(ya/tidak)

C.5. Catatan2/Peta/Survai

1	Peta dan catatan2 mencakup keseluruhan segmen, sangat detail dan jelas. Dokumen2 dikelola secara baik, mudah diakses dan diupdate pada saatnya	:	(ya/tidak)
2	Peta dan catatan2 mencakup hampir keseluruhan segmen, cukup detail dan jelas. Dokumen2 dikelola secara baik, mudah diakses dan diupdate secara terlambat	:	(ya/tidak)
3	Peta dan catatan2 mencakup hampir sebagian segmen saja, cukup detail, jelas. Dokumen2 dikelola cukup baik, mudah diakses namun tidak terupdate	:	(ya/tidak)
4	Peta dan catatan2 mencakup sebagian kecil segmen, detail, jelas. Dokumen2 dikelola kurang baik, sulit di akses dan tidak diupdate	:	(ya/tidak)

C.6. Pelatihan/Training

1	Terdapat materi pelatihan minimum yang standart bagi masing2 jenis pekerjaan	:	(ya/tidak)
2	Terdapat program setifikasi karyawan yang terlibat dalam pengoperasian jaringan pipa	:	(ya/tidak)
3	Materi pelatihan : Karakteristik Produk	:	(ya/tidak)
4	Materi pelatihan : Tegangan2 pada material pipa	:	(ya/tidak)
5	Materi pelatihan : Korosi pada jarigan pipa	:	(ya/tidak)
6	Materi pelatihan : Pengendalian dan pengoperasian	:	(ya/tidak)

7	Materi pelatihan : Pemeliharaan	:	(ya/tidak)
8	Materi pelatihan : Latihan tanggap darurat	:	(ya/tidak)
9	Terdapat pelatihan prosedur kerja bagi masing2 pekerja sesuai lingkup kerjanya	:	(ya/tidak)
10	Terdapat program pelatihan ulang dan resertifikasi karyawan	:	(ya/tidak)

C.7. Pencegahan kesalahan mekanis

1	Terdapat three way valves dengan dual instrumentation	:	(ya/tidak)
2	Terdapat peralatan2 pengunci (lock-out devices)	:	(ya/tidak)
3	Terdapat program urutan penguncian (key-lock sequence program)	:	(ya/tidak)
4	Terdapat program urutan penguncian secara terkomputerisasi (computer permissives)	:	(ya/tidak)
5	Pemberian tanda2 khusus untuk peralatan2 yang kritis	:	(ya/tidak)

D. Maintenance

D.1. Dokumentasi

1	Terdapat prosedur yang diimplementasikan secara konsisten menyangkut database dan penyimpanan catatan2 mengenai pemeliharaan jaringan	:	(ya/tidak)
2	Terdapat prosedur yang diimplementasikan secara konsisten menyangkut database dan penyimpanan catatan2 mengenai pemeliharaan jaringan	:	(ya/tidak)
3	Terdapat prosedur yang diimplementasikan secara konsisten menyangkut database dan penyimpanan catatan2 mengenai pemeliharaan jaringan	:	(ya/tidak)

D.2. Jadwal/Schedule

1	Terdapat Skedul pemeliharaan rutin berdasarkan sejarah pengoperasian jaringan peraturan pemerintah, dan praktik umum di industri transportasi gas	:	(ya/tidak)
2	Terdapat skedul pemeliharaan rutin peraturan pemerintah, dan praktik umum di industri transportasi gas	:	(ya/tidak)
3	Terdapat skedul pemeliharaan rutin yang berddasarkan sejarah praktik umum diindustri transportasi gas	:	(ya/tidak)
4	Tidak terdapat skedul pemeliharaan rutin	:	(ya/tidak)

D.3. Prosedur/Procedure

1	Terdapat prosedur terdokumentasi yang jelas dan diimplementasikan secara konsisten mengenai perbaikan dan pemeliharaan rutin dari jaringan, dilengkapi dengan instruksi kerja untuk setiap jenis pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan	:	(ya/tidak)
2	Terdapat prosedur terdokumentasi yang jelas dan diimplementasikan secara konsisten mengenai perbaikan dan pemeliharaan rutin dari jaringan, dilengkapi dengan instruksi kerja untuk beberapa jenis pekerjaan perbaikan dan	:	(ya/tidak)



Review dan Penyempurnaan Standar Pengoperasian dan Pemeliharaan Jaringan dan Fasilitas Pipa Transmisi dan Distribusi Gas dan Pembuatan Prosedur *Pipeline Integrity Management System*
PT PERUSAHAAN GAS NEGARA (PERSERO) TBK

	pemeliharaan		
3	Terdapat prosedur terdokumentasi yang jelas mengenai perbaikan dan pemeliharaan rutin dari jaringan, dilengkapi dengan instruksi kerja untuk setiap jenis pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan namun diimplementasikan secara kurang konsisten	:	(ya/tidak)
4	Terdapat prosedur terdokumentasi yang jelas mengenai perbaikan dan pemeliharaan rutin dari jaringan, dilengkapi dengan instruksi kerja untuk beberapa jenis pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan namun diimplementasikan secara kurang konsisten	:	(ya/tidak)
5	Tidak terdapat prosedur terdokumentasi mengenai perbaikan dan pemeliharaan rutin dari jaringan	:	(ya/tidak)

	Score of Probability	Segmen	1			
		Route	Perempatan Legundi			
		Location	Gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
1. Third Party Index					57	
A.Minimum Depth of Cover				20		
<i>Underground pipeline</i>						
-Minimum Distance from ground surface to the top of the pipe (inches)		70,87	24			Data
-Concrete coating (inches)	Thickness of CC= 4 in	B	4			Data
-Pipe casing		N	0			Data
-Concrete slab		N	0			Data
-Warning Tape		N	0			Data
-Warning mesh		Y	2			Data
<i>Underwater Pipeline</i>						
-Depth below water surface (ft)	0-5 ft	C	7			Data
-Depth below bottom of waterway (ft)	0-2 ft	A	0			Data
-Concrete coating (inches)	none	A	0			Data
B.Activity Level	High	H	0	0		Survey
C.Aboveground Facilities				10		
-No aboveground facilities		Y	0			Survey
-Facilities more than 200 ft from vehicle		Y	5			Survey
-Area surrounded by 6ft chain link fence		Y	2			Survey
-Protective railing (4 in, steel pipe or better)		Y	3			Survey
-Trees (12 in, in diameter), wall or other substantial structure		Y	4			Survey
-Ditch (minimum 4ft depth/width)		N	0			Data
-Signs		Y	1			Survey
D.Line Locating				15		
-Effectiveness		Y	6			Data
-Proven record of efficiency and reliability		Y	2			Data
-Widely advertised and well known in community		Y	2			Data
-Meets minimum ULCCA standards		Y	2			Data

-Appropriate reaction to calls		Y	5			Data
-Maps and record		Y	4			Survey
E. Public Education				7		
-Mailouts		Y	2			Data
-Meetings with public officials one per year		N	0			Data
-Meetings with local contractor/excavator one per year		Y	2			Data
-Regular education program for community groups		N	0			Data
-Door to door contact with adjacent residents		N	0			Data
-Mailouts to contractor/excavator		Y	2			Data
-Advertisementsin contractor/utility publication one per year		Y	1			Data
F. Right of Way Condition	Below average	D	1	1		
G.Patrol	Less than 4x/month, more than once per year	F	4	4		Data

	Score of Probability	Segmen	2			
		Route	Jl.Karang Andong			
		Location	Gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
1. Third Party Index					58	
A.Minimum Depth of Cover				20		
<i>Underground pipeline</i>						
-Minimum Distance from ground surface to the top of the pipe (inches)		55,12	18			Data
-Concrete coating (inches)	Thickness of CC= 4 in	B	4			Data
-Pipe casing		N	0			Data
-Concrete slab		N	0			Data
-Warning Tape		N	0			Data
-Warning mesh		Y	2			Data
<i>Underwater Pipeline</i>						
-Depth below water surface (ft)	0-5 ft	A	0			Data

-Depth below bottom of waterway (ft)	0-2 ft	A	0			Data
-Concrete coating (inches)	none	A	0			Data
B.Activity Level	High	H	0	0		Survey
C.Aboveground Facilities				10		
-No aboveground facilities		Y	0			Survey
-Facilities more than 200 ft from vehicle		Y	5			Survey
-Area surrounded by 6ft chain link fence		Y	2			Survey
-Protective railing (4 in, steel pipe or better)		Y	3			Survey
-Trees (12 in, in diameter), wall or other substantial structure		Y	4			Survey
-Ditch (minimum 4ft depth/width		N	0			Data
-Signs		Y	1			Survey
D.Line Locating				15		
-Effectiveness		Y	6			Data
-Proven record of efficiency and realibility		Y	2			Data
-Widely advertised and well known in community		Y	2			Data
-Meets minimum ULCCA standards		Y	2			Data
-Appropriate reaction to calls		Y	5			Data
-Maps and record		Y	4			Survey
E. Public Education				7		
-Mailouts		Y	2			Data
-Meetings with public officials one per year		N	0			Data
-Meetings with local contractor/excavator one per year		Y	2			Data
-Regular education program for community groups		N	0			Data
-Door to door contact with adjacent residents		N	0			Data
-Mailouts to contractor/excavator		Y	2			Data
-Advertisementsin contractor/utility publication one per year		Y	1			Data
F. Right of Way Condition	Average	D	1	2		
G.Patrol	Less than 4x/month, more than once per year	F	4	4		Data

	Score of Probability	Segmen	3			
		Route	Jl.Kedamean			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
1. Third Party Index					58	
A.Minimum Depth of Cover				20		
<i>Underground pipeline</i>						
-Minimum Distance from ground surface to the top of the pipe (inches)		70,87	24			Data
-Concrete coating (inches)	Thickness of CC= 4 in	B	4			Data
-Pipe casing		N	0			Data
-Concrete slab		N	0			Data
-Warning Tape		N	0			Data
-Warning mesh		Y	2			Data
<i>Underwater Pipeline</i>						
-Depth below water surface (ft)	0-5 ft	C	7			Data
-Depth below bottom of waterway (ft)	0-2 ft	A	0			Data
-Concrete coating (inches)	none	A	0			Data
B.Activity Level	High	H	0	0		Survey
C.Aboveground Facilities				10		
-No aboveground facilities		Y	0			Survey
-Facilities more than 200 ft from vehicle		Y	5			Survey
-Area surrounded by 6ft chain link fence		Y	2			Survey
-Protective railing (4 in, steel pipe or better)		Y	3			Survey
-Trees (12 in, in diameter), wall or other substantial structure		Y	4			Survey
-Ditch (minimum 4ft depth/width		N	0			Data
-Signs		Y	1			Survey
D.Line Locating				15		
-Effectiveness		Y	6			Data
-Proven record of efficiency and realibility		Y	2			Data

-Widely advertised and well known in community		Y	2			Data
-Meets minimum ULCCA standards		Y	2			Data
-Appropriate reaction to calls		Y	5			Data
-Maps and record		Y	4			Survey
E. Public Education				7		
-Mailouts		Y	2			Data
-Meetings with public officials one per year		N	0			Data
-Meetings with local contractor/excavator one per year		Y	2			Data
-Regular education program for community groups		N	0			Data
-Door to door contact with adjacent residents		N	0			Data
-Mailouts to contractor/excavator		Y	2			Data
-Advertisements in contractor/utility publication one per year		Y	1			Data
F. Right of Way Condition	Average	D	2	2		
G. Patrol	Less than 4x/month, more than once per year	F	4	4		Data

	Score of Probability	Segmen	4			
		Route	Jl.Raya Putat Lor			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
1. Third Party Index					57	
A. Minimum Depth of Cover				20		
<i>Underground pipeline</i>						
-Minimum Distance from ground surface to the top of the pipe (inches)		70,87	24			Data
-Concrete coating (inches)	Thickness of CC= 4 in	B	4			Data
-Pipe casing		N	0			Data
-Concrete slab		N	0			Data
-Warning Tape		N	0			Data
-Warning mesh		Y	2			Data
<i>Underwater Pipeline</i>						
-Depth below water surface (ft)	0-5 ft	A	0			Data

-Depth below bottom of waterway (ft)	0-2 ft	A	0			Data
-Concrete coating (inches)	none	A	0			Data
B. Activity Level	High	H	0	0		Survey
C. Aboveground Facilities				10		
-No aboveground facilities		Y	0			Survey
-Facilities more than 200 ft from vehicle		Y	5			Survey
-Area surrounded by 6ft chain link fence		Y	2			Survey
-Protective railing (4 in, steel pipe or better)		Y	3			Survey
-Trees (12 in, in diameter), wall or other substantial structure		Y	4			Survey
-Ditch (minimum 4ft depth/width		N	0			Data
-Signs		Y	1			Survey
D. Line Locating				15		
-Effectiveness		Y	6			Data
-Proven record of efficiency and realibility		Y	2			Data
-Widely advertised and well known in community		Y	2			Data
-Meets minimum ULCCA standards		Y	2			Data
-Appropriate reaction to calls		Y	5			Data
-Maps and record		Y	4			Survey
E. Public Education				7		
-Mailouts		Y	2			Data
-Meetings with public officials one per year		N	0			Data
-Meetings with local contractor/excavator one per year		Y	2			Data
-Regular education program for community groups		N	0			Data
-Door to door contact with adjacent residents		N	0			Data
-Mailouts to contractor/excavator		Y	2			Data
-Advertisements in contractor/utility publication one per year		Y	1			Data
F. Right of Way Condition	Below average	D	1	1		
G. Patrol	Less than 4x/month, more than once per year	F	4	4		Data

	Score of Probability	Segmen	5			
		Route	Jl.Domas Raya			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
1. Third Party Index					58	
A.Minimum Depth of Cover				20		
<i>Underground pipeline</i>						
-Minimum Distance from ground surface to the top of the pipe (inches)		70,87	24			Data
-Concrete coating (inches)	Thickness of CC= 4 in	B	4			Data
-Pipe casing		N	0			Data
-Concrete slab		N	0			Data
-Warning Tape		N	0			Data
-Warning mesh		Y	2			Data
<i>Underwater Pipeline</i>						
-Depth below water surface (ft)	0-5 ft	C	7			Data
-Depth below bottom of waterway (ft)	0-2 ft	A	0			Data
-Concrete coating (inches)	none	A	0			Data
B.Activity Level	High	H	0	0		Survey
C.Aboveground Facilities				10		
-No aboveground facilities		Y	0			Survey
-Facilities more than 200 ft from vehicle		Y	5			Survey
-Area surrounded by 6ft chain link fence		Y	2			Survey
-Protective railing (4 in, steel pipe or better)		Y	3			Survey
-Trees (12 in, in diameter), wall or other substantial structure		Y	4			Survey
-Ditch (minimum 4ft depth/width)		N	0			Data
-Signs		Y	1			Survey
D.Line Locating				15		
-Effectiveness		Y	6			Data
-Proven record of efficiency and reliability		Y	2			Data
-Widely advertised and well known in community		Y	2			Data
-Meets minimum ULCCA standards		Y	2			Data

-Appropriate reaction to calls		Y	5			Data
-Maps and record		Y	4			Survey
E. Public Education				7		
-Mailouts		Y	2			Data
-Meetings with public officials one per year		N	0			Data
-Meetings with local contractor/excavator one per year		Y	2			Data
-Regular education program for community groups		N	0			Data
-Door to door contact with adjacent residents		N	0			Data
-Mailouts to contractor/excavator		Y	2			Data
-Advertisementsin contractor/utility publication one per year		Y	1			Data
F. Right of Way Condition	Average	D	2	2		
G.Patrol	Less than 4x/month, more than once per year	F	4	4		Data

	Score of Probability	Segmen	6			
		Route	Jl.Ker Ker Geger			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
1. Third Party Index					57	
A.Minimum Depth of Cover				20		
<i>Underground pipeline</i>						
-Minimum Distance from ground surface to the top of the pipe (inches)		70,87	24			Data
-Concrete coating (inches)	Thickness of CC= 4 in	B	4			Data
-Pipe casing		N	0			Data
-Concrete slab		N	0			Data
-Warning Tape		N	0			Data
-Warning mesh		Y	2			Data

<i>Underwater Pipeline</i>						
-Depth below water surface (ft)	0-5 ft	C	7			Data
-Depth below bottom of waterway (ft)	0-2 ft	A	0			Data
-Concrete coating (inches)	none	A	0			Data
B.Activity Level	High	H	0	0		Survey
C.Aboveground Facilities				10		
-No aboveground facilities		Y	0			Survey
-Facilities more than 200 ft from vehicle		Y	5			Survey
-Area surrounded by 6ft chain link fence		Y	2			Survey
-Protective railing (4 in, steel pipe or better)		Y	3			Survey
-Trees (12 in, in diameter), wall or other substantial structure		Y	4			Survey
-Ditch (minimum 4ft depth/width		N	0			Data
-Signs		Y	1			Survey
D.Line Locating				15		
-Effectiveness		Y	6			Data
-Proven record of efficiency and realibility		Y	2			Data
-Widely advertised and well known in community		Y	2			Data
-Meets minimum ULCCA standards		Y	2			Data
-Appropriate reaction to calls		Y	5			Data
-Maps and record		Y	4			Survey
E. Public Education				7		
-Mailouts		Y	2			Data
-Meetings with public officials one per year		N	0			Data
-Meetings with local contractor/excavator one per year		Y	2			Data
-Regular education program for community groups		N	0			Data
-Door to door contact with adjacent residents		N	0			Data
-Mailouts to contractor/excavator		Y	2			Data
-Advertisementsin contractor/utility publication one per year		Y	1			Data
F. Right of Way Condition	Below Average	D	1	1		
G.Patrol	Less than 4x/month, more than once per year	F	4	4		Data

	Score of Probability	Segmen	7			
		Route	Jl.Raya Cerme Kidul			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
1. Third Party Index					60	
A.Minimum Depth of Cover				20		
<i>Underground pipeline</i>						
-Minimum Distance from ground surface to the top of the pipe (inches)		70,87	24			Data
-Concrete coating (inches)	Thickness of CC= 4 in	B	4			Data
-Pipe casing		N	0			Data
-Concrete slab		N	0			Data
-Warning Tape		N	0			Data
-Warning mesh		Y	2			Data
<i>Underwater Pipeline</i>						
-Depth below water surface (ft)	0-5 ft	A	0			Data
-Depth below bottom of waterway (ft)	0-2 ft	A	0			Data
-Concrete coating (inches)	none	A	0			Data
B.Activity Level	High	H	0	0		Survey
C.Aboveground Facilities				10		
-No aboveground facilities		Y	0			Survey
-Facilities more than 200 ft from vehicle		Y	5			Survey
-Area surrounded by 6ft chain link fence		Y	2			Survey
-Protective railing (4 in, steel pipe or better)		Y	3			Survey
-Trees (12 in, in diameter), wall or other substantial structure		Y	4			Survey
-Ditch (minimum 4ft depth/width)		N	0			Data
-Signs		Y	1			Survey
D.Line Locating				15		
-Effectiveness		Y	6			Data
-Proven record of efficiency and reliability		Y	2			Data
-Widely advertised and well known in community		Y	2			Data
-Meets minimum ULCCA standards		Y	2			Data

-Appropriate reaction to calls		Y	5			Data
-Maps and record		Y	4			Survey
E. Public Education				7		
-Mailouts		Y	2			Data
-Meetings with public officials one per year		N	0			Data
-Meetings with local contractor/excavator one per year		Y	2			Data
-Regular education program for community groups		N	0			Data
-Door to door contact with adjacent residents		N	0			Data
-Mailouts to contractor/excavator		Y	2			Data
-Advertisementsin contractor/utility publication one per year		Y	1			Data
F. Right of Way Condition	Good	D	3	3		
G.Patrol	Less than 4x/month, more than once per year	F	4	4		Data

	Score of Probability	Segmen	1			
		Route	Perempatan Legundi			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL	SOURCE	
2. CORROSION INDEX					68	
A.Atmospheric Corrosion				7		
-Atmospheric Exposures	Insulation	C	2			
-Atmospheric Type	No Exposures	G	2			Data
-Atmospheric Coating			3			Data
Quality of Coating	Good	A	3			Data
Quality of Coating application	Good	A	3			Data
Quality of the Inspection program	Good	A	3			Data

Quality of Deffect Correction Program	Good	A	3			Data
B.Internal Corrosion				20		
-Product Corrosivity	Never Corrosive	D	10			Data
-Prevention						Data
Internal monitoring	none	N	0			Data
Inhibitor injection	High	N	0			Data
Not needed		Y	10			
Internal coating		Y	5			Data
Operational measures		Y	3			Data
Pigging		N	0			Data
C.Subsurface Corrosion				41		
Subsurface Environment						
Soil Corrosivity	Soil Resistivity<1000 ohm-cm	A	0			Survey
Mechanical corrosion	None	Y	5			Data
Cathodic Protection						
Effectiveness		Y	15			Data
AC related		N	0			Data
Shielding		Y	1			Data
DC related						
Telluric current		Y	1			Data
DC rail		Y	3			Data
Foreign lines		Y	3			Data
Coating						
Fitness						
Coating	Absent	A	0			Data
Application	Good	G	5			Data
Condition						
Coating	Poor	P	5			Data
Application	Fair	F	3			Data

	Score of Probability	Segmen	2			
		Route	Jl.Karang Andong			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
2. CORROSION INDEX					68	
A.Atmospheric Corrosion				7		
-Atmospheric Exposures	Insulation	C	2			
-Atmospheric Type	No Exposures	G	2			Data
-Atmospheric Coating			3			Data
Quality of Coating	Good	A	3			Data
Quality of Coating application	Good	A	3			Data
Quality of the Inspection program	Good	A	3			Data
Quality of Deffect Correction Program	Good	A	3			Data
B.Internal Corrosion				20		
-Product Corrosivity	Never Corrosive	D	10			Data
-Prevention						Data
Internal monitoring	none	N	0			Data
Inhibitor injection	High	N	0			Data
Not needed		Y	10			
Internal coating		Y	5			Data
Operational measures		Y	3			Data
Pigging		N	0			Data
C.Subsurface Corrosion				41		
Subsurface Environment						
Soil Corrosivity	Soil Resistivity<1000 ohm-cm	A	0			Survey
Mechanical corrosion	None	Y	5			Data
Cathodic Protection						
Effectiveness		Y	15			Data
AC related		N	0			Data

Shielding		Y	1			Data
DC related						
Telluric current		Y	1			Data
DC rail		Y	3			Data
Foreign lines		Y	3			Data
Coating						
Fitness						
Coating	Absent	A	0			Data
Application	Good	G	5			Data
Condition						
Coating	Poor	P	5			Data
Application	Fair	F	3			Data

	Score of Probability	Segmen	3			
		Route	Jl.Kedamean			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
2. CORROSION INDEX					68	
A.Atmospheric Corrosion				7		
-Atmospheric Exposures	Insulation	C	2			
-Atmospheric Type	No Exposures	G	2			Data
-Atmospheric Coating			3			Data
Quality of Coating	Good	A	3			Data
Quality of Coating application	Good	A	3			Data
Quality of the Inspection program	Good	A	3			Data
Quality of Deffect Correction Program	Good	A	3			Data

B.Internal Corrosion				20		
-Product Corrosivity	Never Corrosive	D	10			Data
-Prevention						Data
Internal monitoring	none	N	0			Data
Inhibitor injection	High	N	0			Data
Not needed		Y	10			
Internal coating		Y	5			Data
Operational measures		Y	3			Data
Pigging		N	0			Data
C.Subsurface Corrosion				41		
Subsurface Environment						
Soil Corrosivity	Soil Resistivity<1000 ohm-cm	A	0			Survey
Mechanical corrosion	None	Y	5			Data
Cathodic Protection						
Effectiveness		Y	15			Data
AC related		N	0			Data
Shielding		Y	1			Data
DC related						
Telluric current		Y	1			Data
DC rail		Y	3			Data
Foreign lines		Y	3			Data
Coating						
Fitness						
Coating	Absent	A	0			Data
Application	Good	G	5			Data
Condition						
Coating	Poor	P	5			Data
Application	Fair	F	3			Data

	Score of Probability	Segmen	4			
		Route	Jl.Raya Putat Lor			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
2. CORROSION INDEX					68	
A.Atmospheric Corrosion				7		
-Atmospheric Exposures	Insulation	C	2			
-Atmospheric Type	No Exposures	G	2			Data
-Atmospheric Coating			3			Data
Quality of Coating	Good	A	3			Data
Quality of Coating application	Good	A	3			Data
Quality of the Inspection program	Good	A	3			Data
Quality of Deffect Correction Program	Good	A	3			Data
B.Internal Corrosion				20		
-Product Corrosivity	Never Corrosive	D	10			Data
-Prevention						Data
Internal monitoring	none	N	0			Data
Inhibitor injection	High	N	0			Data
Not needed		Y	10			
Internal coating		Y	5			Data
Operational measures		Y	3			Data
Pigging		N	0			Data
C.Subsurface Corrosion				41		
Subsurface Environment						
Soil Corrosivity	Soil Resistivity<1000 ohm-cm	A	0			Survey
Mechanical corrosion	None	Y	5			Data
Cathodic Protection						
Effectiveness		Y	15			Data
AC related		N	0			Data

Shielding		Y	1			Data
DC related						
Telluric current		Y	1			Data
DC rail		Y	3			Data
Foreign lines		Y	3			Data
Coating						
Fitness						
Coating	Absent	A	0			Data
Application	Good	G	5			Data
Condition						
Coating	Poor	P	5			Data
Application	Fair	F	3			Data

	Score of Probability	Segmen	5			
		Route	Jl.Domas Raya			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
2. CORROSION INDEX					68	
A.Atmospheric Corrosion				7		
-Atmospheric Exposures	Insulation	C	2			
-Atmospheric Type	No Exposures	G	2			Data
-Atmospheric Coating			3			Data
Quality of Coating	Good	A	3			Data
Quality of Coating application	Good	A	3			Data
Quality of the Inspection program	Good	A	3			Data
Quality of Deffect Correction Program	Good	A	3			Data

B.Internal Corrosion				20		
-Product Corrosivity	Never Corrosive	D	10			Data
-Prevention						Data
Internal monitoring	none	N	0			Data
Inhibitor injection	High	N	0			Data
Not needed		Y	10			
Internal coating		Y	5			Data
Operational measures		Y	3			Data
Pigging		N	0			Data
C.Subsurface Corrosion				41		
Subsurface Environment						
Soil Corrosivity	Soil Resistivity<1000 ohm-cm	A	0			Survey
Mechanical corrosion	None	Y	5			Data
Cathodic Protection						
Effectiveness		Y	15			Data
AC related		N	0			Data
Shielding		Y	1			Data
DC related						
Telluric current		Y	1			Data
DC rail		Y	3			Data
Foreign lines		Y	3			Data
Coating						
Fitness						
Coating	Absent	A	0			Data
Application	Good	G	5			Data
Condition						
Coating	Poor	P	5			Data
Application	Fair	F	3			Data

	Score of Probability	Segmen	6			
		Route	Jl.Ker Ker Geger			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
2. CORROSION INDEX					68	
A.Atmospheric Corrosion				7		
-Atmospheric Exposures	Insulation	C	2			
-Atmospheric Type	No Exposures	G	2			Data
-Atmospheric Coating			3			Data
Quality of Coating	Good	A	3			Data
Quality of Coating application	Good	A	3			Data
Quality of the Inspection program	Good	A	3			Data
Quality of Deffect Correction Program	Good	A	3			Data
B.Internal Corrosion				20		
-Product Corrosivity	Never Corrosive	D	10			Data
-Prevention						Data
Internal monitoring	none	N	0			Data
Inhibitor injection	High	N	0			Data
Not needed		Y	10			
Internal coating		Y	5			Data
Operational measures		Y	3			Data
Pigging		N	0			Data
C.Subsurface Corrosion				41		
Subsurface Environment						
Soil Corrosivity	Soil Resistivity<1000 ohm-cm	A	0			Survey
Mechanical corrosion	None	Y	5			Data
Cathodic Protection						
Effectiveness		Y	15			Data
AC related		N	0			Data

Shielding		Y	1			Data
DC related						
Telluric current		Y	1			Data
DC rail		Y	3			Data
Foreign lines		Y	3			Data
Coating						
Fitness						
Coating	Absent	A	0			Data
Application	Good	G	5			Data
Condition						
Coating	Poor	P	5			Data
Application	Fair	F	3			Data

	Score of Probability	Segmen	7			
		Route	Jl.Raya Cerme Kidul			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL		SOURCE
2. CORROSION INDEX					68	
A.Atmospheric Corrosion				7		
-Atmospheric Exposures	Insulation	C	2			
-Atmospheric Type	No Exposures	G	2			Data
-Atmospheric Coating			3			Data
Quality of Coating	Good	A	3			Data
Quality of Coating application	Good	A	3			Data
Quality of the Inspection program	Good	A	3			Data
Quality of Deffect Correction Program	Good	A	3			Data

B.Internal Corrosion				20		
-Product Corrosivity	Never Corrosive	D	10			Data
-Prevention						Data
Internal monitoring	none	N	0			Data
Inhibitor injection	High	N	0			Data
Not needed		Y	10			
Internal coating		Y	5			Data
Operational measures		Y	3			Data
Pigging		N	0			Data
C.Subsurface Corrosion				41		
Subsurface Environment						
Soil Corrosivity	Soil Resistivity<1000 ohm-cm	A	0			Survey
Mechanical corrosion	None	Y	5			Data
Cathodic Protection						
Effectiveness		Y	15			Data
AC related		N	0			Data
Shielding		Y	1			Data
DC related						
Telluric current		Y	1			Data
DC rail		Y	3			Data
Foreign lines		Y	3			Data
Coating						
Fitness						
Coating	Absent	A	0			Data
Application	Good	G	5			Data
Condition						
Coating	Poor	P	5			Data
Application	Fair	F	3			Data

	Score of Probability	Segmen	1			
		Route	Perempatan Legundi			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL	SOURCE	
3.Design Index				75		
A.Safety Factor	t>1.81	G	35			Data
B.Fatigue		N	15			Data
C.Surge Potential	Impossible	C	10			Data
D.Integrity Verifications		Y	10			Data
E.Land Movement	Medium	B	5			Data
4.Incorrect Operation Index				90		
A.Design				28		
Hazard identification		Y	4			Data
MAOP potential	Impossible	D	12			Data
Safety Systems	Not needed	H	10			Data
Material Selection		Y	0			Data
Checks		Y	2			Data
B.Construction				12		
Inspection		Y	2			
Material		Y	2			Data
Joining		Y	2			Data
Backfill		Y	2			Data
Handling		Y	2			Data
Coating		Y	2			Data
C.Operation				35		
Prosedure		Y	7			Data
SCADA/Communication		N	3			
Drug Testing		N	0			Data
Safety Program		Y	0			Data
Survey/Maps/Records		Y	5			Data
Training :						
Documented minimum requirements		Y	2			Data
Testing		Y	2			Data

Product Characteristic	Y	0,5			Data
Pipeline Material stresses	Y	0,5			Data
Pipeline Corrosion	Y	0,5			Data
Control and operation	Y	0,5			Data
Maintenance	Y	0,5			Data
Emergency Drills	Y	0,5			Data
Job procedures	Y	2			Data
Scheduled retraining	Y	1			Data
Mechanical Error Preventers					
Three way valve with dual instrumentation	Y	4			Data
Lock-out devices	Y	2			Data
Key-lock sequence programs	Y	2			Data
Computer permissives	Y	2			Data
Highlighting of critical instruments	Y	1			Data
D.Maintenance			15		
Documentation	Y	2			Data
Schedule	Y	3			Data
Procedures	Y	10			Data
Summary		Score			
1.Third Party Damage Index		57			
2.Corrosion Index		68			
3. Design Index		75			
4.Incorrect Operation Index		90			
Total		290			

	Score of Probability	Segmen	2			
		Route	Jl.Karang Andong			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL	SOURCE	
3.Design Index				75		
A.Safety Factor	t>1.81	G	35			Data
B.Fatigue		N	15			Data
C.Surge Potential	Impossible	C	10			Data
D.Integrity Verifications		Y	10			Data

E.Land Movement	Medium	B	5			Data
4.Incorrect Operation Index					90	
A.Design				28		
Hazard identification		Y	4			Data
MAOP potential	Impossible	D	12			Data
Safety Systems	Not needed	H	10			Data
Material Selection		Y	0			Data
Checks		Y	2			Data
B.Construction				12		
Inspection		Y	2			
Material		Y	2			Data
Joining		Y	2			Data
Backfill		Y	2			Data
Handling		Y	2			Data
Coating		Y	2			Data
C.Operation				35		
Prosedure		Y	7			Data
SCADA/Communication		N	3			
Drug Testing		N	0			Data
Safety Program		Y	0			Data
Survey/Maps/Records		Y	5			Data
Training :						
Documented minimum requirements		Y	2			Data
Testing		Y	2			Data
Product Characteristic		Y	0,5			Data
Pipeline Material stresses		Y	0,5			Data
Pipeline Corrosion		Y	0,5			Data
Control and operation		Y	0,5			Data
Maintenance		Y	0,5			Data
Emergency Drills		Y	0,5			Data
Job procedures		Y	2			Data
Scheduled retraining		Y	1			Data
Mechanical Error Preventers						
Three way valve with dual instrumentation		Y	4			Data
Lock-out devices		Y	2			Data
Key-lock sequence programs		Y	2			Data
Computer permissives		Y	2			Data

Highlighting of critical instruments		Y	1			Data
D.Maintenance				15		
Documentation		Y	2			Data
Schedule		Y	3			Data
Procedures		Y	10			Data
	Summary	Score				
	1.Third Party Damage Index		58			
	2.Corrosion Index		68			
	3. Design Index		75			
	4.Incorrect Operation Index		90			
	Total		291			

	Score of Probability	Segmen	3			
		Route	Jl.Kedamean			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL	SOURCE	
3.Design Index				75		
A.Safety Factor	t>1.81	G	35			Data
B.Fatigue		N	15			Data
C.Surge Potential	Impossible	C	10			Data
D.Integrity Verifications		Y	10			Data
E.Land Movement	Medium	B	5			Data
4.Incorrect Operation Index				90		
A.Design				28		
Hazard identification		Y	4			Data
MAOP potential	Impossible	D	12			Data
Safety Systems	Not needed	H	10			Data
Material Selection		Y	0			Data
Checks		Y	2			Data
B.Construction				12		
Inspection		Y	2			
Material		Y	2			Data

Joining		Y	2			Data
Backfill		Y	2			Data
Handling		Y	2			Data
Coating		Y	2			Data
C.Operation				35		
Prosedure		Y	7			Data
SCADA/Communication		N	3			
Drug Testing		N	0			Data
Safety Program		Y	0			Data
Survey/Maps/Records		Y	5			Data
Training :						
Documented minimum requirements		Y	2			Data
Testing		Y	2			Data
Product Characteristic		Y	0,5			Data
Pipeline Material stresses		Y	0,5			Data
Pipeline Corrosion		Y	0,5			Data
Control and operation		Y	0,5			Data
Maintenance		Y	0,5			Data
Emergency Drills		Y	0,5			Data
Job procedures		Y	2			Data
Scheduled retraining		Y	1			Data
Mechanical Error Preventers						
Three way valve with dual instrumentation		Y	4			Data
Lock-out devices		Y	2			Data
Key-lock sequence programs		Y	2			Data
Computer permissives		Y	2			Data
Highlighting of critical instruments		Y	1			Data
D.Maintenance				15		
Documentation		Y	2			Data
Schedule		Y	3			Data
Procedures		Y	10			Data

Summary	Score
1.Third Party Damage Index	58
2.Corrosion Index	68
3. Design Index	75
4.Incorrect Operation Index	90
Total	291

	Score of Probability	Segmen	4			
		Route	Jl.Raya Putat Lor			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL	SOURCE	
3.Design Index				75		
A.Safety Factor	t>1.81	G	35		Data	
B.Fatigue		N	15		Data	
C.Surge Potential	Impossible	C	10		Data	
D.Integrity Verifications		Y	10		Data	
E.Land Movement	Medium	B	5		Data	
4.Incorrect Operation Index				90		
A.Design				28		
Hazard identification		Y	4		Data	
MAOP potential	Impossible	D	12		Data	
Safety Systems	Not needed	H	10		Data	
Material Selection		Y	0		Data	
Checks		Y	2		Data	
B.Construction				12		
Inspection		Y	2			
Material		Y	2		Data	
Joining		Y	2		Data	
Backfill		Y	2		Data	
Handling		Y	2		Data	
Coating		Y	2		Data	
C.Operation				35		
Prosedure		Y	7		Data	
SCADA/Communication		N	3			
Drug Testing		N	0		Data	
Safety Program		Y	0		Data	
Survey/Maps/Records		Y	5		Data	
Training :						
Documented minimum requirements		Y	2		Data	
Testing		Y	2		Data	

Product Characteristic	Y	0,5			Data
Pipeline Material stresses	Y	0,5			Data
Pipeline Corrosion	Y	0,5			Data
Control and operation	Y	0,5			Data
Maintenance	Y	0,5			Data
Emergency Drills	Y	0,5			Data
Job procedures	Y	2			Data
Scheduled retraining	Y	1			Data
Mechanical Error Preventers					
Three way valve with dual instrumentation	Y	4			Data
Lock-out devices	Y	2			Data
Key-lock sequence programs	Y	2			Data
Computer permissives	Y	2			Data
Highlighting of critical instruments	Y	1			Data
D.Maintenance			15		
Documentation	Y	2			Data
Schedule	Y	3			Data
Procedures	Y	10			Data
Summary		Score			
1.Third Party Damage Index		57			
2.Corrosion Index		68			
3. Design Index		75			
4.Incorrect Operation Index		90			
Total		290			

	Score of Probability	Segmen	5		
		Route	Jl.Domas Raya		
		Location	gresik		
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL	SOURCE
3.Design Index				75	
A.Safety Factor	t>1.81	G	35		Data
B.Fatigue		N	15		Data
C.Surge Potential	Impossible	C	10		Data

D.Integrity Verifications		Y	10			Data
E.Land Movement	Medium	B	5			Data
4.Incorrect Operation Index					90	
A.Design				28		
Hazard identification		Y	4			Data
MAOP potential	Impossible	D	12			Data
Safety Systems	Not needed	H	10			Data
Material Selection		Y	0			Data
Checks		Y	2			Data
B.Construction				12		
Inspection		Y	2			
Material		Y	2			Data
Joining		Y	2			Data
Backfill		Y	2			Data
Handling		Y	2			Data
Coating		Y	2			Data
C.Operation				35		
Prosedure		Y	7			Data
SCADA/Communication		N	3			
Drug Testing		N	0			Data
Safety Program		Y	0			Data
Survey/Maps/Records		Y	5			Data
Training :						
Documented minimum requirements		Y	2			Data
Testing		Y	2			Data
Product Characteristic		Y	0,5			Data
Pipeline Material stresses		Y	0,5			Data
Pipeline Corrosion		Y	0,5			Data
Control and operation		Y	0,5			Data
Maintenance		Y	0,5			Data
Emergency Drills		Y	0,5			Data
Job procedures		Y	2			Data
Scheduled retraining		Y	1			Data
Mechanical Error Preventers						
Three way valve with dual instrumentation		Y	4			Data
Lock-out devices		Y	2			Data
Key-lock sequence programs		Y	2			Data

Computer permissives		Y	2			Data
Highlighting of critical instruments		Y	1			Data
D.Maintenance				15		
Documentation		Y	2			Data
Schedule		Y	3			Data
Procedures		Y	10			Data
Summary		Score				
1.Third Party Damage Index			58			
2.Corrosion Index			68			
3. Design Index			75			
4.Incorrect Operation Index			90			
Total			291			

	Score of Probability	Segmen	6			
		Route	Jl.Ker Ker Geger			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL	SOURCE	
3.Design Index				75		
A.Safety Factor	t>1.81	G	35			Data
B.Fatigue		N	15			Data
C.Surge Potential	Impossible	C	10			Data
D.Integrity Verifications		Y	10			Data
E.Land Movement	Medium	B	5			Data
4.Incorrect Operation Index				90		
A.Design				28		
Hazard identification		Y	4			Data
MAOP potential	Impossible	D	12			Data
Safety Systems	Not needed	H	10			Data
Material Selection		Y	0			Data
Checks		Y	2			Data
B.Construction				12		
Inspection		Y	2			
Material		Y	2			Data
Joining		Y	2			Data
Backfill		Y	2			Data

Handling		Y	2			Data
Coating		Y	2			Data
C.Operation				35		
Prosedure		Y	7			Data
SCADA/Communication		N	3			
Drug Testing		N	0			Data
Safety Program		Y	0			Data
Survey/Maps/Records		Y	5			Data
Training :						
Documented minimum requirements		Y	2			Data
Testing		Y	2			Data
Product Characteristic		Y	0,5			Data
Pipeline Material stresses		Y	0,5			Data
Pipeline Corrosion		Y	0,5			Data
Control and operation		Y	0,5			Data
Maintenance		Y	0,5			Data
Emergency Drills		Y	0,5			Data
Job procedures		Y	2			Data
Scheduled retraining		Y	1			Data
Mechanical Error Preventers						
Three way valve with dual instrumentation		Y	4			Data
Lock-out devices		Y	2			Data
Key-lock sequence programs		Y	2			Data
Computer permissives		Y	2			Data
Highlighting of critical instruments		Y	1			Data
D.Maintenance				15		
Documentation		Y	2			Data
Schedule		Y	3			Data
Procedures		Y	10			Data
Summary		Score				
1.Third Party Damage Index			57			
2.Corrosion Index			68			
3. Design Index			75			
4.Incorrect Operation Index			90			
Total			290			

	Score of Probability	Segmen	7			
		Route	Jl.Raya Cerme Kidul			
		Location	gresik			
DESCRIPTION	CONDITION	VALUE	POINT	TOTAL	SOURCE	
3.Design Index				75		
A.Safety Factor	t>1.81	G	35		Data	
B.Fatigue		N	15		Data	
C.Surge Potential	Impossible	C	10		Data	
D.Integrity Verifications		Y	10		Data	
E.Land Movement	Medium	B	5		Data	
4.Incorrect Operation Index				90		
A.Design				28		
Hazard identification		Y	4		Data	
MAOP potential	Impossible	D	12		Data	
Safety Systems	Not needed	H	10		Data	
Material Selection		Y	0		Data	
Checks		Y	2		Data	
B.Construction				12		
Inspection		Y	2			
Material		Y	2		Data	
Joining		Y	2		Data	
Backfill		Y	2		Data	
Handling		Y	2		Data	
Coating		Y	2		Data	
C.Operation				35		
Prosedure		Y	7		Data	
SCADA/Communication		N	3			
Drug Testing		N	0		Data	
Safety Program		Y	0		Data	
Survey/Maps/Records		Y	5		Data	
Training :						
Documented minimum requirements		Y	2		Data	

Testing	Y	2			Data
Product Characteristic	Y	0,5			Data
Pipeline Material stresses	Y	0,5			Data
Pipeline Corrosion	Y	0,5			Data
Control and operation	Y	0,5			Data
Maintenance	Y	0,5			Data
Emergency Drills	Y	0,5			Data
Job procedures	Y	2			Data
Scheduled retraining	Y	1			Data
Mechanical Error Preventers					
Three way valve with dual instrumentation	Y	4			Data
Lock-out devices	Y	2			Data
Key-lock sequence programs	Y	2			Data
Computer permissives	Y	2			Data
Highlighting of critical instruments	Y	1			Data
D.Maintenance			15		
Documentation	Y	2			Data
Schedule	Y	3			Data
Procedures	Y	10			Data
Summary		Score			
1.Third Party Damage Index		60			
2.Corrosion Index		68			
3. Design Index		75			
4.Incorrect Operation Index		90			
Total		293			

PIPELINE RISK ASSESSMENT

Segmen	1		Location
Route	Perempatan Legundi		Gresik,Jawa Timur
Owner	PT. PERUSAHAAN GAS NEGARA		
LEAK IMPACT FACTOR (LIF) ASSESSMENT			

I PRODUCT HAZARD

	Product	Methane
	Reference row in the Product Table	20
	Boiling Pt	-259
a.	Acute Hazards	
1	Flamability	4 pts
2	Reactivity	0 pts
3	Toxicity	1 pts
b	Chronic Hazard	
4	Reportable spill quantity (RQ)	2 pts
	Product Hazard Score	7 pts

II LEAK VOLUME

$$q = YCA \sqrt{\frac{(2g) 144\Delta P}{\rho}}$$

q = flow rate (ft³/sec)

Y = Expansion factor (0.65 - 0.95) 0,65

A = cross-sectional area of the pipe (ft²) 0,01

C = flow coefficient (usually between 0.9 and 1.2) 1,2

ρ = weight density of fluid (lb/ft³) 5,64

ΔP = change in pressure across the orifice (psi) 710,4885

g = acceleration of gravity (32.2 ft/sec per second) 32,2

Gas flow rate= 4,5986 (ft³/sec) = 25,9314 lb/sec

= 11,8 kg/sec

Leak volume score 0,4 pts

II DISPERSION

$$r = 0.685 \times \sqrt{(p \times d^2)}$$

r = radius dari titik kebocoran pipa (ft)

d= diameter pipeline (in) 12
p= tekanan pipeline maksimum (psi) 725,1885

r= 221,359 ft = 67,47024 m
r2= 153859,5 ft2 = 46896,36 m2

Dispersion Score 0,8 pts

PIPELINE RISK ASSESSMENT

Segmen	2		Location
Route	Jl.Karang Andong		Gresik,Jawa Timur
Owner	PT. PERUSAHAAN GAS NEGARA		
LEAK IMPACT FACTOR (LIF) ASSESSMENT			

I PRODUCT HAZARD

Product Methane
Reference row in the Product Table 20
Boiling Pt -259

a. Acute Hazards

- | | | |
|---|-------------|-------|
| 1 | Flamability | 4 pts |
| 2 | Reactivity | 0 pts |
| 3 | Toxicity | 1 pts |

b. Chronic Hazard

- | | | |
|---|--------------------------------|--------------|
| 4 | Reportable spill quantity (RQ) | 2 pts |
| | Product Hazard Score | 7 pts |

II LEAK VOLUME

$$q = YCA \sqrt{\frac{(2g) 144\Delta P}{\rho}}$$

q = flow rate (ft3/sec)
Y = Expansion factor (0.65 - 0.95) 0,65
A = cross-sectional area of the pipe (ft2) 0,01
C = flow coefficient (usually between 0.9 and 1.2) 1,2
ρ = weight density of fluid (lb/ft3) 5,64
ΔP= change in pressure across the orifice (psi) 710,4885
g = acceleration of gravity (32.2 ft/sec per second) 32,2

Gas flow rate= 4,5986 (ft3/sec) = 25,9314 lb/sec
 = 11,8 kg/sec

Leak volume score 0,4 pts

II DISPERSION

$$r = 0.685 \times \sqrt{(p \times d^2)}$$

r = radius dari titik kebocoran pipa
 r= radius dari titik kebocoran pipa (ft)
 d= diameter pipeline (in) 12
 p= tekanan pipeline maksimum (psi) 725,1885

r= 221,359 ft = 67,47024 m
 r2= 153859,5 ft2 = 46896,36 m2

Dispersion Score 0,8 pts

PIPELINE RISK ASSESSMENT

Segmen	3		Location
Route	Jl.Kedamean		Gresik,Jawa Timur
Owner	PT. PERUSAHAAN GAS NEGARA		
LEAK IMPACT FACTOR (LIF) ASSESSMENT			

I PRODUCT HAZARD

Product Methane
 Reference row in the Product Table 20
 Boiling Pt -259

a. Acute Hazards

1 Flamability 4 pts
 2 Reactivity 0 pts
 3 Toxicity 1 pts

b. Chronic Hazard

4 Reportable spill quantity (RQ) 2 pts
 Product Hazard Score 7 pts

II LEAK VOLUME

$$q = YCA \sqrt{\frac{(2g) 144\Delta P}{\rho}}$$

q	= flow rate (ft ³ /sec)	
Y	= Expansion factor (0.65 - 0.95)	0,65
A	= cross-sectional area of the pipe (ft ²)	0,01
C	= flow coefficient (usually between 0.9 and 1.2)	1,2
ρ	= weight density of fluid (lb/ft ³)	5,64
ΔP	= change in pressure across the orifice (psi)	710,4885
g	= acceleration of gravity (32.2 ft/sec per second)	32,2

Gas flow rate=	4,5986 (ft ³ /sec)	=	25,9314 lb/sec
		=	11,8 kg/sec
Leak volume score	0,4	pts	

II DISPERSION

$$r = 0.685 \times \sqrt{(p \times d^2)}$$

r	=	radius dari titik kebocoran pipa	
r=		radius dari titik kebocoran pipa (ft)	
d=		diameter pipeline (in)	12
p=		tekanan pipeline maksimum (psi)	725,1885
r=	221,359 ft	=	67,47024 m
r ² =	153859,5 ft ²	=	46896,36 m ²
Dispersion Score	0,8	pts	

PIPELINE RISK ASSESSMENT

Segmen	4		Location
Route	Jl.Raya Putat Lor		Gresik,Jawa Timur
Owner	PT. PERUSAHAAN GAS NEGARA		
LEAK IMPACT FACTOR (LIF) ASSESSMENT			

I PRODUCT HAZARD

Product Methane
Reference row in the Product Table 20
Boiling Pt -259

a. Acute Hazards

1	Flamability	4 pts
2	Reactivity	0 pts
3	Toxicity	1 pts

b. Chronic Hazard

4	Reportable spill quantity (RQ)	2 pts
	Product Hazard Score	7 pts

II LEAK VOLUME

$$q = YCA \sqrt{\frac{(2g) 144\Delta P}{\rho}}$$

q = flow rate (ft³/sec)
Y = Expansion factor (0.65 - 0.95) 0,65
A = cross-sectional area of the pipe (ft²) 0,01
C = flow coefficient (usually between 0.9 and 1.2) 1,2
ρ = weight density of fluid (lb/ft³) 5,64
ΔP = change in pressure across the orifice (psi) 710,4885
g = acceleration of gravity (32.2 ft/sec per second) 32,2

Gas flow rate=	4,5986 (ft ³ /sec)	=	25,9314 lb/sec
		=	11,8 kg/sec

Leak volume score 0,4 pts

II DISPERSION

$$r = 0.685 \times \sqrt{(p \times d^2)}$$

r = radius dari titik kebocoran pipa

r= radius dari titik kebocoran pipa (ft)
d= diameter pipeline (in) 12
p= tekanan pipeline maksimum (psi) 725,1885

r= 221,359 ft = 67,47024 m
r²= 153859,5 ft² = 46896,36 m²
Dispersion Score 0,8 pts

PIPELINE RISK ASSESSMENT

Segmen	5		Location
Route	Jl.Domas Raya		Gresik,Jawa Timur
Owner	PT. PERUSAHAAN GAS NEGARA		
LEAK IMPACT FACTOR (LIF) ASSESSMENT			

I PRODUCT HAZARD

Product Methane
Reference row in the Product Table 20
Boiling Pt -259

a. Acute Hazards

- | | | |
|---|-------------|-------|
| 1 | Flamability | 4 pts |
| 2 | Reactivity | 0 pts |
| 3 | Toxicity | 1 pts |

b. Chronic Hazard

- | | | |
|---|--------------------------------|-------|
| 4 | Reportable spill quantity (RQ) | 2 pts |
| | Product Hazard Score | 7 pts |

II LEAK VOLUME

$$q = YCA \sqrt{\frac{(2g) 144\Delta P}{\rho}}$$

q = flow rate (ft³/sec)
Y = Expansion factor (0.65 - 0.95) 0,65
A = cross-sectional area of the pipe (ft²) 0,01
C = flow coefficient (usually between 0.9 and 1.2) 1,2
ρ = weight density of fluid (lb/ft³) 5,64
ΔP = change in pressure across the orifice (psi) 710,4885
g = acceleration of gravity (32.2 ft/sec per second) 32,2

Gas flow rate= 4,5986 (ft3/sec) = 25,9314 lb/sec
 = 11,8 kg/sec
 Leak volume score 0,4 pts

II DISPERSION

$$r = 0.685 \times \sqrt{(p \times d^2)}$$

r = radius dari titik kebocoran pipa
 r= radius dari titik kebocoran pipa (ft)
 d= diameter pipeline (in) 12
 p= tekanan pipeline maksimum (psi) 725,1885

 r= 221,359 ft = 67,47024 m
 r2= 153859,5 ft2 = 46896,36 m2
 Dispersion Score 0,8 pts

PIPELINE RISK ASSESSMENT

Segmen	6		Location
Route	Jl.Ker Ker Geger		Gresik,Jawa Timur
Owner	PT. PERUSAHAAN GAS NEGARA		
LEAK IMPACT FACTOR (LIF) ASSESSMENT			

I PRODUCT HAZARD

Product Methane
 Reference row in the Product Table 20
 Boiling Pt -259

a. Acute Hazards

1 Flamability 4 pts
 2 Reactivity 0 pts
 3 Toxicity 1 pts

b. Chronic Hazard

4 Reportable spill quantity (RQ) 2 pts
 Product Hazard Score 7 pts

II LEAK VOLUME

$$q = YCA \sqrt{\frac{(2g) 144\Delta P}{\rho}}$$

q = flow rate (ft³/sec)
 Y = Expansion factor (0.65 - 0.95) 0,65
 A = cross-sectional area of the pipe (ft²) 0,01
 C = flow coefficient (usually between 0.9 and 1.2) 1,2
 ρ = weight density of fluid (lb/ft³) 5,64
 ΔP = change in pressure across the orifice (psi) 710,4885
 g = acceleration of gravity (32.2 ft/sec per second) 32,2

Gas flow rate = 4,5986 (ft³/sec) = 25,9314 lb/sec
 = 11,8 kg/sec
 Leak volume score 0,4 pts

II DISPERSION

$$r = 0.685 \times \sqrt{(p \times d^2)}$$

r = radius dari titik kebocoran pipa
 r = radius dari titik kebocoran pipa (ft)
 d = diameter pipeline (in) 12
 p = tekanan pipeline maksimum (psi) 725,1885

 r = 221,359 ft = 67,47024 m
 r^2 = 153859,5 ft² = 46896,36 m²
 Dispersion Score 0,8 pts

PIPELINE RISK ASSESSMENT

Segmen	7		Location
Route	Jl.Raya Cerme Kidul		Gresik,Jawa Timur
Owner	PT. PERUSAHAAN GAS NEGARA		
LEAK IMPACT FACTOR (LIF) ASSESSMENT			

I PRODUCT HAZARD

Product Methane
 Reference row in the Product Table 20
 Boiling Pt -259

a.	Acute Hazards	
1	Flamability	4 pts
2	Reactivity	0 pts
3	Toxicity	1 pts
b	Chronic Hazard	
4	Reportable spill quantity (RQ)	2 pts
	Product Hazard Score	7 pts

II LEAK VOLUME

$$q = YCA \sqrt{\frac{(2g) 144\Delta P}{\rho}}$$

q	= flow rate (ft ³ /sec)	
Y	= Expansion factor (0.65 - 0.95)	0,65
A	= cross-sectional area of the pipe (ft ²)	0,01
C	= flow coefficient (usually between 0.9 and 1.2)	1,2
ρ	= weight density of fluid (lb/ft ³)	5,64
ΔP	= change in pressure across the orifice (psi)	710,4885
g	= acceleration of gravity (32.2 ft/sec per second)	32,2

Gas flow rate=	4,5986 (ft ³ /sec)	=	25,9314 lb/sec
		=	11,8 kg/sec

Leak volume score 0,4 pts

II DISPERSION

$$r = 0.685 \times \sqrt{(p \times d^2)}$$

r	=	radius dari titik kebocoran pipa	
r=		radius dari titik kebocoran pipa (ft)	
d=		diameter pipeline (in)	12
p=		tekanan pipeline maksimum (psi)	725,1885

r=	221,359 ft	=	67,47024 m
r ² =	153859,5 ft ²	=	46896,36 m ²
Dispersion Score	0,8	pts	